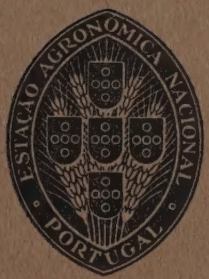
AGRONOMIA LUSITANA

VOL. 15 — N.º 4

1953



ESTAÇÃO AGRONÓMICA NACIONAL

PUBLICAÇÃO DA

DIRECÇÃO GERAL DOS SERVIÇOS AGRÍCOLAS

Repartição de Estudos, Informação e Propaganda

SACAVÉM

PORTUGAL

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL
20 APR 1954

AGRONOMIA LUSITANA

VOL. 15 — N.º 4

1953

Estação Agronómica Nacional

PORTUGAL

Composição e impressão das Oficinas
da Tip. Alcobacense, Lt. — Alcobaça

AS ERVAGENS DE ANAFE DOS ARREDORES DE LISBOA

(SUBSÍDIOS PARA O SEU ESTUDO FITOSOCIOLÓGICO E QUÍMICO)

POR *ANTÓNIO DO NASCIMENTO TELES*
(Estação Agronómica Nacional)

INTRODUÇÃO

O interesse de que se reveste o conhecimento do valor exacto das fontes naturais para alimentação do gado, como apoio essencial e indispensável ao «contrôle» da sua exploração e a qualquer tentativa tendente ao seu melhoramento, é incontestável. A tese posta por SEABRA (1937) ao afirmar que a expansão da cultura forraginosa está na base da solução do problema económico-social do agro-português, foi reconhecida e ampliada pelas entidades da O. E. C. E. depois da sua recente visita ao País ao verificarem, embora tenham passado catorze anos sobre as palavras do agrónomo português, que é precisamente «... *dans le domaine des paturâges et de l'élevage que l'agriculture du Portugal est le moins avancée... Pourtant, l'industrie la plus vaste et la plus vitale du Portugal, ce sont les herbages et l'élevage qui repose sur eux*» (O. E. C. E., 1951).

Em 1884, PEREIRA COUTINHO, eminente percursor destes estudos em Portugal, lança as bases em que deviam assentar futuros trabalhos, de maior pormenor e profundidade. Mais recentemente, e como consequência da Campanha de Fomento Pecuário, o problema do acréscimo e melhoramento da produção forraginosa é novamente levantado. VASCONCELLOS (1936 e 1937), SEABRA (l. c.) e outros autores, encarando aspectos diversos do problema, contribuiram para o desenvolvimento, contudo efémero, então dado a esse sector.

O estudo de BELIZ (1951), por ser o primeiro em que se segue o método fitosociológico, embora com o carácter de ensaio, deve ser mencionado porquanto à fitosociologia está reservado um papel

decisivo no reconhecimento dos nossos recursos forraginosos naturais e semi-naturais. Apenas diremos, em abono da justificação da sua utilização, que o método fitosociológico apresenta sobre os métodos estatísticos, de carácter mais matemático, de uso vulgar nos países anglo-saxões, a vantagem de permitir uma sistemática da vegetação assente em bases racionais, e esta valiosíssima, só por si, e quanto a nós, justificativa do seu emprego: a de tornar possível generalizar as conquistas feitas no campo da experimentação agronómica a todas as zonas onde se verifique a existência dum mesmo agrupamento. Sobre este último aspecto pronunciam-se HEINEMANN et LALOUX (1950) deste modo: *« On conçoit donc que la définition phytosociologique des prairies doit préceder inéluctablement l'expérimentation agronomique propement dite, si on veut tirer de celle-ci des renseignements susceptibles de généralization»*.

Sobre a primeira vantagem apontada cabe-nos dizer que não achamos plausível uma classificação feita com base na dominância conduzindo a unidades similares aos *« dominance types »* dos americanos. Sob a mesma dominância podem, como se sabe, dissimular-se associações distintas assim como a fisionomias diferentes pode corresponder a mesma associação. SOROCEANU (1936) cita o caso de *Bromus erectus* ocorrer como espécie dominante no *Xero-Brometum*, no *Meso-Brometum*, no *Arrhenatheretum* e mesmo no *Brachypodietum phoenicoidis*. Como diz MEIJER DREES (1951) logo que a «associação» no conceito dos americanos é dividida em unidades menores para mais pormenorizada investigação, e, especialmente, desde que toda a composição florística seja tomada em consideração, é difícil mantê-la como unidade fundamental transformando-se num conjunto de agrupamentos distintos de concepção semelhante aos da Escola Zurique-Mompilheriana.

O estudo fitosociológico deve estar, pois, na base de toda a intervenção tendo por fim a criação ou o melhoramento de prados e pastagens (BRAUN-BLANQUET, 1949). Só depois deste valiosíssimo apoio é que se poderá recorrer às avaliações estatísticas e observações ecológicas, julgadas indispensáveis em face do aspecto visado pela experimentação agronómica.

No presente trabalho consideramos, apenas, as ervagens que nos arredores de Lisboa alternam com a cultura do trigo visando, paralelamente ao reconhecimento fitosociológico, a avaliação da sua produção e composição química. Interessando uma região onde

a exploração do gado bovino leiteiro assume excepcional importância cremos que possa concorrer, se trabalhos de melhoramento forem convenientemente delineados, para o acréscimo quantitativo e qualitativo das disponibilidades forrageiras e, consequentemente, do seu património zootécnico.

I — O MEIO

À realização de qualquer agrupamento vegetal preside uma complexa combinação de factores ambientais necessários à sua vida normal. Podemos dizer, como PAVILLARD (1935), que para cada agrupamento, paralelamente ao que sucede com a espécie, existe um meio vital particular, uma «estação» própria. O estudo das condições ecológicas gerais da região considerada, assunto deste capítulo, reveste-se, portanto, de um interesse menor do que o da sinecologia própria dos vários agrupamentos que constituam o seu tapete vegetal.

A — *Situação*

Circunscrevemos o nosso estudo a uma zona que compreende os concelhos de Lisboa, Loures e Oeiras e, parcialmente, o de Sintra, cujos limites são a Norte a ribeira de Sacavém, a Oeste a linha de separação das águas vertentes ao Tejo e ao Atlântico e a ribeira da Lage que vem desaguar junto a Oeiras, a Este e a Sul o estuário do rio Tejo. Constitui uma sub-região natural da Estremadura que MANIQUE E ALBUQUERQUE (inf. verb.) designa por «Termo de Lisboa», limitando, assim, o conceito usual desta designação.

B — *O clima*

Para o estudo do clima serviram-nos de base o trabalho de AMORIM FERREIRA (1950) e os elementos colhidos no Serviço Meteorológico Nacional (Anais do Observatório Infante D. Luis de 1912-1941). Utilizámos os dados de um único posto, o Observatório Central Meteorológico, e referentes, de acordo com a resolução VII da Comissão Climatológica da O. M. I. na Reunião dos Directores (Varsóvia - 1945), a um período de 30 anos.

Regime pluviométrico

Precipitação anual — A precipitação anual média, para o periodo de 30 anos considerado, é de 603 mm.

A variabilidade acusada pelas precipitações anuais, de que nos apercebemos fàcilmente pela ligeira análise do gráfico que refere a sua variação (Fig. 1), é realçada pela diferença dos valores das

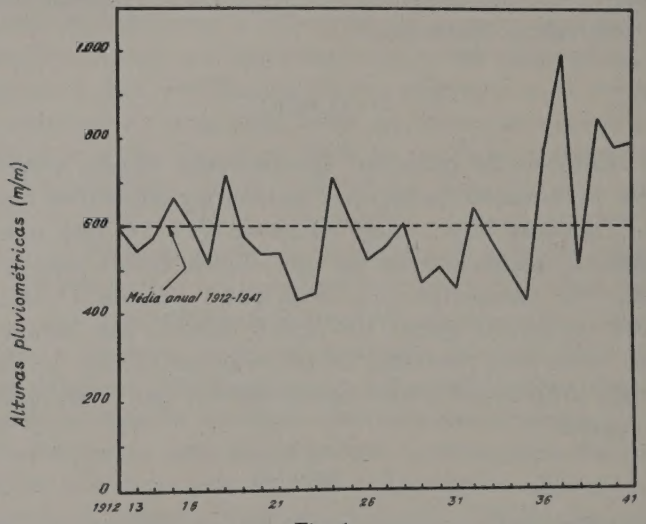


Fig. 1

QUADRO I

Altura pluviométrica anual mm	Número de ocorrências	Soma do número de ocorrências	Probabilidade da ocorrência das alturas pluviométricas	Número provável de anos, numa série de 100, em que a altura pluviométrica não excederá os valores indicados
401 - 450	3	3	0.10	10
451 - 500	3	6	0.20	20
501 - 550	7	13	0.43	43
551 - 600	5	18	0.60	60
601 - 650	4	22	0.73	73
651 - 700	1	23	0.76	76
701 - 750	2	25	0.83	83
751 - 800	3	28	0.93	93
801 - 850	1	29	0.96	96
851 - 900	0	29	0.96	96
901 - 950	0	29	0.96	96
951 - 1000	1	30	1.00	100

precipitações máxima e mínima verificadas nesse período (566,6 mm).

No Quadro I apresentamos os resultados a que nos conduziu o cálculo da probabilidade da ocorrência das várias alturas pluviométricas anuais que, segundo MAYER (1935), nos permite «determinar o número de anos durante os quais a precipitação foi inferior a um certo valor, e conhecer, portanto, quantas vezes existe uma certa deficiência de água meteórica em relação a um dado limite pre-estabelecido». O seu conhecimento terá interesse, sobretudo, quando se trate de estudos de hidráulica agrícola ou de «contrôle» de erosão.

Os pontos focados anteriormente — precipitação média anual e probabilidade da ocorrência das várias alturas pluviométricas anuais — são, evidentemente, insuficientes para se avaliar do regime pluviométrico característico duma dada região. Na Europa, por exemplo, o contraste entre a repartição das chuvas, nitidamente periódica nos países mediterrânicos e uniforme na região atlântica, reflecte-se bem na vegetação.

É necessário, pois, conhecer o modo como as chuvas se distribuem ao longo do ano.

Precipitação mensal — No Quadro II estão representadas as alturas pluviométricas mensais — médias, máximas e mínimas — correspondentes ao período considerado.

QUADRO II

Mês	Altura pluviométrica mensal		
	Média	Máxima	Mínima
I	84.9	242.9	1.4
II	74.9	201.7	5.9
III	78.0	197.3	18.7
IV	50.0	122.9	3.4
V	29.8	106.6	4.7
VI	12.6	53.7	0.3
VII	4.9	30.7	0.0
VIII	1.9	11.7	0.0
IX	32.5	149.5	0.0
X	61.2	152.4	2.8
XI	89.9	238.2	0.0
XII	79.4	180.1	0.3

A repartição das chuvas ao longo do ano é, como se vê, muito irregular. As maiores médias correspondem aos meses de Novembro e Janeiro e as menores aos de Julho e Agosto. Os totais máximos e mínimos correspondentes aos vários meses mostram bem quanto problemática é a precipitação mensal na região. A altura das precipitações varia enormemente para o mesmo mês acontecendo, por vezes, ser de completa estiagem o de mais alta média udométrica, como já TIERNO, VIANA e SILVA (1928) haviam salientado.

QUADRO III

Meses	Altura pluviométrica mensal		
	Média (mm) $\bar{x}$	Desvio padrão s	Coeficiente de variabilidade (%)
I	84.9	68.2	80.4
II	74.9	48.6	64.8
III	77.7	49.2	63.3
IV	50.0	30.5	61.0
V	29.8	20.5	68.9
VI	12.6	13.2	104.8
VII	4.9	8.8	179.5
VIII	1.9	2.8	150.0
IX	32.5	39.4	121.2
X	64.2	49.3	76.8
XI	89.9	55.3	61.5
XII	79.4	53.5	67.4

Segundo MOREAU (cit. LEBRUN, 1947) o conhecimento dos valores médios dos vários elementos climáticos é insuficiente para a diferenciação dos climas ecológicos. Impõe-se o estudo, bastante importante (ROBERTSON, cit. LEBRUN, l. c.), da variabilidade das precipitações, cujos resultados, para as alturas pluviométricas mensais, constam do Quadro III.

O seu exame mostra-nos para cada mês, como era de esperar, uma variabilidade extraordinàriamente grande das respectivas precipitações. Conclui-se, portanto, ser impossível utilizar a divisão em meses para caracterizar períodos bem definidos no que refere à sua altura pluviométrica total. Tem que se «recorrer, forçosamente,

a períodos mais extensos, para os quais haja uma certa compensação das oscilações, de modo a reduzir a proporções aceitáveis o valor do coeficiente de variabilidade» (MAYER, 1935). O cálculo do cociente pluviométrico (AZEVEDO, 1947), conjuntamente com o estudo da variabilidade das precipitações, permitem-nos indagar da existência desses períodos. Os valores obtidos para esta constante constam do Quadro IV.

QUADRO IV

Meses (1)	Número de dias do mês em % do número de dias do ano (2)	Altura pluviométrica mensal (mm) (3)	Altura pluviométrica em ‰ da altura pluviométrica anual (4)	Cociente pluviométrico (4)/(2)
I	85	84.9	140.7	1.65
II	77	74.9	124.2	1.61
III	85	78.0	129.3	1.52
IV	82	50.0	82.9	1.01
V	85	29.8	49.4	0.58
VI	82	12.6	20.8	0.25
VII	85	4.9	8.1	0.09
VIII	85	1.9	3.2	0.04
IX	82	32.5	53.8	0.66
X	85	61.2	101.4	1.19
XI	82	89.9	149.0	1.82
XII	85	79.4	131.6	1.55

Aceitando o critério de FONTSERÉ (1943) segundo o qual os cocientes pluviométricos superiores à unidade caracterizam os meses húmidos e os inferiores os secos, podemos considerar o ano dividido em dois períodos distintos: um heptamestre húmido compreendendo os meses de Outubro a Abril e um pentamestre seco englobando os meses de Maio a Setembro. Os meses de Maio e Setembro, em virtude do seu cociente pluviométrico ser nìtidamente superior ao dos outros meses do período seco, podem considerar-se de transição.

Segundo a escala proposta por PIGNOL (cit. LEBRUN, 1947), os meses seriam assim considerados: extremamente secos (0-12 mm) — Julho e Agosto; muito secos (12-25 mm) — Junho; secos

(25-50 mm) — Abril, Maio e Setembro; semi-secos (50-75 mm) — Fevereiro e Outubro; húmidos (75-125 mm) — Janeiro, Março, Novembro e Dezembro.

Os coeficientes de variabilidade do período húmido com uma média de 521,1 mm (86,5 % da média anual) e do período seco com uma média de 81,5 mm (13,5 % da média anual) são 25,9 %

QUADRO V

Altura pluviométrica mm	Número de ocorrências	Soma do número de ocorrências	Probabilidade da ocorrência das alturas pluviométricas	Número provável de anos numa série de 100, em que a altura pluviométrica não excederá os valores indicados
		PERÍODO SECO		
1 - 50	7	7	0.23	23
51 - 100	17	24	0.80	80
101 - 150	2	26	0.87	87
151 - 200	4	30	1.00	100
		PERÍODO HÚMIDO		
301 - 400	6	6	0.20	20
401 - 500	10	16	0.53	53
501 - 600	7	23	0.76	76
601 - 700	3	26	0.87	87
701 - 800	3	29	0.96	96
801 - 900	0	29	0.96	96
901 - 1000	1	30	1.00	100

e 55 %, respectivamente. Estes valores podem considerar-se já aceitáveis, se bem que o do período seco seja ainda bastante elevado. A maior variabilidade acusada por este período tem, porém, explicação nos valores excepcionalmente elevados, dos coeficientes de variabilidade dos seus meses (máx. 179,5 %, min. 104,8 %).

Calculámos para estes dois períodos, anàlogamente ao que se fez para a precipitação anual, as probabilidades da ocorrência das suas alturas pluviométricas. Os valores obtidos apresentam-se no Quadro V.

Intensidade das quedas pluviais — Em face da influência primacial da intensidade das chuvas nos efeitos da erosão pluvial e, portanto, até certo ponto, na estabilidade dos agrupamentos vegetais, é útil registar alguns dados acerca desta característica pluviométrica. BRAUN-BLANQUET (cit. BEAUVERIE, 1936) ao responsabilizar a erosão do facto de em certos locais não se estabelecer qualquer vegetação, observa que, *« L'étude de cette érosion par la pluie et l'effort fait pour la localiser conduisent à différencier et à grouper*

QUADRO VI

Períodos	Alt. pluviométrica média (mm)	N.º de dias de chuva	Coeficiente pluviométrico
Hep. húmido	521.1	81	6.4
Pent. seco	81.5	21.5	3.8
Ano	602.6	102.5	5.9

des espèces végétales les plus importantes au point de vue dynamo-génétique, celles qui, opposant à l'érosion une resistance desespérée, amènent l'enherbement nouveau de la végétation et jouent alors le rôle de pionniers ».

Embora o conhecimento da intensidade pluviométrica torne indispensável a análise das precipitações individuais, a determinação do coeficiente pluviométrico (AZEVEDO, 1947) permite-nos formar uma ideia, embora imprecisa, da intensidade pluviométrica.

Os resultados obtidos para os períodos considerados anteriormente constam do Quadro VI. A sua disparidade não surpreende pois é consequência da irregular distribuição das chuvas na região.

A distribuição das chuvas e a prática da fenação — É evidente que a queda pluviométrica verificada em determinado período, tem efeitos diversos conforme a maior ou menor regularidade da sua distribuição. O estudo desta pode ser feito determinando-se a frequência provável do número de dias de chuva nos diferentes períodos, expressa pelo índice de frequência (MAYER, 1935). No Quadro VII apresentamos os índices de frequência referentes aos diversos períodos.

Considerámos, ainda, o período de 11-IV a 10-V por ser aquele em que, mais normalmente, se efectua o corte e fenação das erva-

gens. A distribuição das chuvas neste período tem grande importância pois que não é rara, em virtude de inesperadas precipitações, a perda de grande parte da colheita acrescida da inferior qualidade dos fenos que se conseguiu salvar.

Os valores do índice de frequência, como as características climáticas referidas anteriormente denotam, são baixos. Dos 102,5

QUADRO VII

Períodos	Número de dias	Dias de chuva	Índice de frequência
Ano	365	102.5	0.28
Hept. húmido	212	81	0.38
Pent. seco	153	21.5	0.14
11-IV a 10-V	30	9	0.30

dias de chuva ocorridos anualmente (28 % do número de dias do ano) 79 % pertencem ao heptamestre húmido e 21 % ao pentamestre seco.

No período húmido em que, como vimos, o coeficiente de variabilidade é menor houve apenas 81 dias de chuva (38 % do

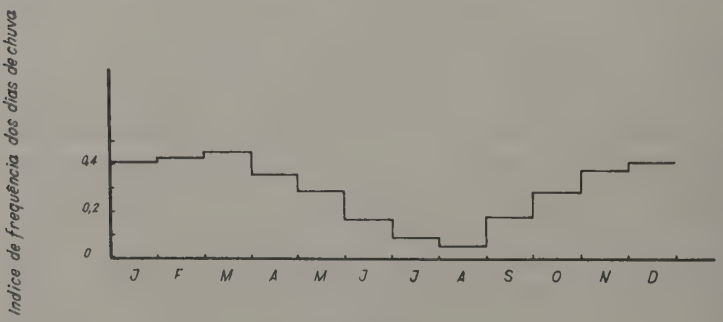


Fig. 2

total). Este facto realça, de maneira evidente, a irregular distribuição das chuvas característica da região.

O confronto dos valores mensais do índice de frequência (Fig. 2) com os das alturas pluviométricas (Quadro II) permite concluir que a frequência provável dos dias de chuva aumenta com o acréscimo das médias mensais ao longo do ano.

Como a fenação sobre o terreno, processo mais correntemente usado, necessita cerca de sete dias consecutivos sem chuva para a sua realização, interessa completar a informação que o índice de frequência nos dá com outra mais importante: a de avaliar da possibilidade de ocorrência desse número de dias no período de

QUADRO VIII

Períodos de *n* dias consecutivos sem precipitação	Número de ocorrências	Soma do número de ocorrências	Probabilidade da ocorrência de períodos de, pelo menos, *n* dias consecutivos sem precipitação
1 - 2	60	134	1.00
3 - 4	26	74	0.56
5 - 6	11	48	0.36
7 - 8	14	37	0.27
9 - 10	10	23	0.17
11 - 12	4	13	0.10
13 - 14	4	9	0.07
15 - 16	0	5	0.04
17 - 18	1	5	0.04
19 - 20	2	4	0.03
21 - 22	0	2	0.02
23 - 24	1	2	0.02
25 - 26	1	1	0.01

11-IV a 10-V considerado. O Quadro VIII sintetiza as conclusões a que chegámos.

Verifica-se que a probabilidade para que se observem períodos de, pelo menos, sete dias consecutivos sem precipitação é muito pequena. Por outro lado, a precipitação, geralmente do tipo aguaceiro, assume, por vezes, valores consideráveis como se conclui da análise do Quadro IX.

Se à pequena probabilidade da realização do acontecimento em causa (ocorrência de, pelo menos, sete dias consecutivos sem precipitação) juntarmos a fraca probabilidade da previsão do seu início, a probabilidade resultante dos dois acontecimentos é muito pequena. Isto permite-nos concluir que a realização desta prática agrícola é muito contingente.

Torna-se imprescindível, portanto, recorrer a um processo de fenação artificial que permita evitar as quebras quantitativas e qualitativas a que, presentemente, as produções estão sujeitas. PENIM (1952) estudou o problema e preconiza a utilização dum fenador que satisfaz esse fim. Seria de grande interesse procurar,

QUADRO IX

Alturas pluviométricas diárias (mm)	Número de ocorrências	Soma do número de ocorrências	Probabilidade das alturas pluviométricas acusarem, pelo menos, os valores indicados
0.1 - 2	129	280	1.00
2.1 - 4	44	151	0.54
4.1 - 6	28	107	0.38
6.1 - 8	15	79	0.28
8.1 - 10	15	64	0.22
10.1 - 12	15	49	0.17
12.1 - 14	14	34	0.12
14.1 - 16	5	20	0.07
16.1 - 18	3	15	0.05
18.1 - 20	6	12	0.04
20.1 - 22	1	6	0.02
22.1 - 24	3	5	0.02
24.1 - 26	1	2	0.01
26.1 - 28	1	1	0.01

em face do exposto, generalizar o seu emprego a toda a área dos arredores de Lisboa.

Temperatura

A temperatura é, tal como a chuva, um factor climático de alto significado ecológico. A resultante da influência destes dois factores é determinante essencial da fisionomia da vegetação e reguladora, na maioria das vezes, da repartição dos agrupamentos vegetais.

A temperatura média anual é de 15.8°C. No Quadro X indicamos algumas características deste factor.

QUADRO X

Meses	Médias mensais	Média das máximas (M)	Média das Mínimas (m)	Amplitude (M-m)
I	10.72	13.36	8.24	5.12
II	11.75	14.48	8.75	5.73
III	12.82	16.07	10.04	6.03
IV	14.13	17.94	11.15	6.79
V	16.48	20.58	13.19	7.39
VI	18.04	24.00	15.64	8.36
VII	21.24	26.28	17.23	9.05
VIII	21.94	27.31	18.24	9.07
IX	20.53	25.19	17.05	8.14
X	17.39	21.18	14.40	6.78
XI	13.55	16.54	10.96	5.58
XII	11.15	13.78	88.67	5.11

Inserimos, dado o seu significado ecológico, os valores médios das máximas e mínimas. A média das máximas do mês mais quente (M) e a das mínimas do mês mais frio (m) são muito importantes

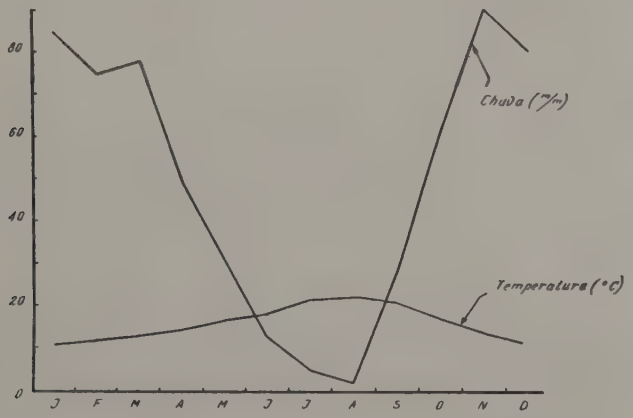


Fig. 3

porquanto a vida vegetal (EMBERGER, 1942), oscila entre estas duas médias extremas, expressas por $\frac{M-m}{2}$.

O gráfico (Fig. 3) representa o diagrama hidrotérmico, refe-

rido por RAUNKIAER (1905), que relaciona os factores chuva e temperatura. A conclusão mais importante que ressalta do seu exame é a de que estes factores climáticos variam inversamente ao longo do ano e, assim, os meses mais secos são os mais quentes.

Evaporação

A evaporação, função, sobretudo, da temperatura e do vento, é um factor ecológico de grande importância porquanto existe uma certa correlação entre a sua intensidade e a transpiração das plantas. Desempenha, consequentemente, um papel primacial nas adaptações tendentes a manter o seu equilíbrio hídrico.

No Quadro XI indicamos os seus valores mensais e anual.

QUADRO XI

Meses	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ano
Evaporação. . .	46.7	58.5	94.8	125.6	153.6	189.8	243.8	239.5	167.8	109.7	57.6	46.2	1533.6

Completámos com as breves referências feitas à evaporação o estudo dos factores climáticos mais importantes em relação à vegetação, não obstante os outros factores poderem, localmente, assumir uma importância real (EMBERGER, 1942).

Classificação do clima

Em face das numerosas classificações do clima propostas por diversos autores e embora possam correlacionar-se com a repartição dos diversos tipos de vegetação e das culturas, seria fastidioso e inútil tentar enquadrar em cada uma delas o clima da nossa região.

A classificação de EMBERGER (1942), por se preocupar em definir os diversos climas do ponto de vista fitogeográfico, é, dado o carácter do nosso estudo, a que nos parece mais satisfatória e racional. Partindo do princípio de que a base da geografia botânica é necessàriamente ecológica e não exclusivamente florística, pretende fazer corresponder a cada subdivisão climática uma unidade de vegetação. Assim, às subdivisões climáticas de menor categoria (formas de clima), cada uma das quais se pode considerar uma colecção de climas necessàriamente afins, corresponderiam homé-

cias: conjuntos de agrupamentos vegetais sujeitos a esses pequenos climas.

Distingue este autor nove grandes climas. O da região aqui estudada situa-se no clima mediterrânico visto verificarem-se as condições exigíveis seguintes (EMBERGER, 1948):

1.ª — Um regime de chuvas mediterrânico, de pluviosidade concentrada nos meses mais frios do ano e estação quente pouco ou nada pluviosa.

2.ª — Um verão bastante quente para que o valor mínimo de secura estival necessário para determinar a estação seca mediterrânica seja atingido.

Para que esta última condição seja satisfeita é necessário que a relação

$$\frac{P_E \text{ (pluviosidade estival)}}{M \text{ (média das temperaturas máximas do mês mais quente do ano)}}$$

seja no máximo igual a 7 o que, no nosso caso, se verifica pois

$$\frac{P_E}{M} = \frac{19{,}4}{27{,}50} = 0{,}8$$

Não nos é possível afirmar a qual dos seis tipos de clima mediterrânico estabelecidos pertence o de Lisboa. De facto, embora EMBERGER (1942) aborde o problema dos limites dos diversos climas mediterrânicos, não os estabelece: «Nous sommes convaincus que ces problèmes ne peuvent tous être résolus objectivement. Un accord, un consentement mutuel est nécéssaire, basé sur des realités qu'on se sera efforcé de sérrer les plus près possible».

Os valores do coeficiente pluviotérmico de EMBERGER

$$Q = \frac{P}{2\left(\frac{M+m}{2} \times (M-m)\right)} \times 100$$

e de *m* permitir-nos-iam indicar, se os limites referidos fossem conhecidos, o tipo de clima mediterrânico a que está submetida a região considerada.

Para Lisboa (Posto do Observatório do Infante D. Luis) $Q = 89$ e $m = 8{,}2°$ C. Orange (França) e Fagnano-Castello (na Calábria) de climas considerados mediterrânico sub-húmido (EMBERGER, 1942), têm coeficientes pluviotérmicos iguais a 96 e 93, respec-

tivamente, muito próximos, portanto, do de Lisboa. Podemos, pois, notando que $m > O$ e a pluviosidade estival igual a 19,4 mm, considerar a zona em questão submetida a um clima, possìvelmente do tipo sub-húmido, de inverno quente e secura estival bastante acusada.

C — *O solo*

Existe uma dependência estreita e recíproca entre as evoluções naturais da vegetação e do solo. Esta evolução regida pelo clima geral duma dada região conduz, na sua fórmula mais expressiva, ao climax vegetal sobre o solo maturo, símbolo de equilíbrio perfeito e critério de estabilidade, senão de permanência, tanto quanto subsista o regime climático actual (PAVILLARD, 1935). BRAUN-BLANQUET (1934), SUSPLUGAS (1942) e outros fitosociólogos tendem a demonstrar que a numerosas associações naturais corresponde um tipo de solo próprio, bem caracterizado não só do ponto de vista morfológico e físico como, possìvelmente, químico. A este tipo terminal denominado pedoclimax corresponde o climax da vegetação.

Os solos submetidos à cultura apresentam-se, tal como a sua vegetação, perturbados. As destruições de vária ordem, primeiramente, e os cuidados culturais, em seguida, modificam duma maneira profunda o arranjo inicial dos perfis. O factor humano desempenhando um papel preponderante na realização dos agrupamentos culturais e, até mesmo, na dos pousios de curta duração, relega a acção do solo para segundo plano. No entanto, esta vinca-se duma forma nítida em cada tipo de vegetação determinado superiormente pela acção do homem.

De entre os vários estudos de solos que se efectuaram nos arredores de Lisboa, nenhum incidiu, à parte uma zona junto de Caneças, na nossa região de estudo. Este facto obrigou-nos a fazer um reconhecimento geral dos solos, dedicando particular atenção aos locais onde se verificou uma maior ocorrência da vegetação em causa. Para isso examinámos perfis, procurando assim estabelecer as principais características definidoras de cada tipo de solo regional.

Importante conclusão se deduz desse reconhecimento — a existência de uma correlação entre o solo e a rocha-mãi. Normalmente, verifica-se que a materiais originários diferentes correspondem

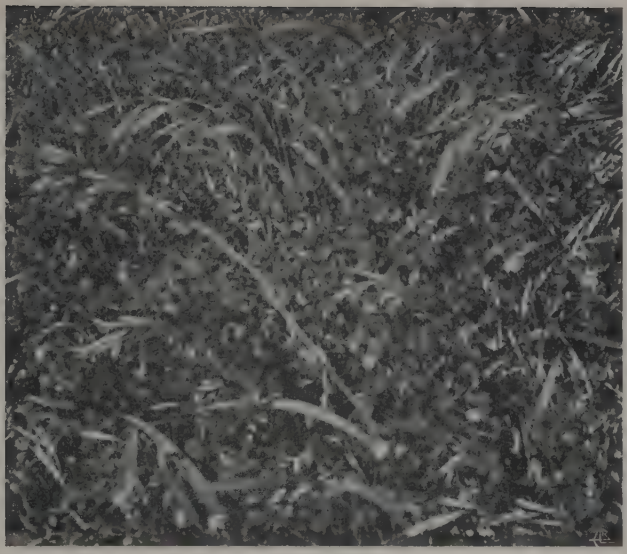


Fig. 1 — Aspecto do *Gladioleto-Phalaridetum melitotetosum* variante *calcária*, entre Ramada e Caneças.

Fig. 2 — Aspecto do *Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum* variante *basáltica*, próx. de Damaia.

solos também diferentes. Assim, no nosso estudo, deparámos com solos derivados de rocha basáltica, de calcários, de grés e de margas.

Os solos provenientes da meteorização da rocha basáltica são os mais representativos da zona em estudo e também os mais valiosos dadas as suas características físicas e químicas. São, de entre todos os que estudámos, os que parecem mostrar maior aptidão para a cultura cerealífera e forrageira. Pudémos verificar a existência de vários solos derivados de rocha basáltica.

Importantes na zona são, também, os solos derivados de margas calcárias e argilosas. Observámos estes materiais no Miocénico marinho, no Oligocénico (Camadas de Benfica) e no Miocénico lacustre.

São descritos dois grupos de solos que têm como material originário uma marga — os barros pretos e os pardos florestais com calcário. Os primeiros formaram-se sobre margas argilosas em condições especiais de carácter local, sobretudo, topográficas. Os solos pardos florestais com calcário mostram uma relação íntima entre o material originário e o solo.

Temos ainda a assinalar a presença de solos avermelhados sobre material calcário friável, numa mancha do Miocénico lacustre e de solos arenosos derivados de grés de cimento ferruginoso que, devido à presença de um horizonte de acumulação, estão dentro do grupo dos solos podzólicos.

Solos castanho-avermelhados de basalto (Vb) — São solos de coloração castanha ou castanho-avermelhada e que derivam da meteorização da rocha basáltica. Observando o seu perfil não se distinguem horizontes e apenas se notam algumas diferenças entre a camada arável e a parte restante do solo em resultado das mobilizações. Na camada superior dos perfis examinados o pH tomou valores entre 6.6 e 7.3. A textura é argilosa ou, por vezes, franco-argilosa e a estrutura na primeira camada (arável) é granular, com agregados angulosos que mostram forte coesão. Na camada seguinte observam-se maiores agregados estruturais, torronosos.

A permeabilidade destes solos é regular, pelo menos até ao substractum rochoso, e externamente, devido à sua localização, são bem drenados. Apesar de apresentarem mediana compacidade e consistência friável, a sua textura argilosa confere-lhes uma certa plasticidade e, por isso, fendilham quando secam. Com frequência

abundam à superfície e no perfil elementos de rocha basáltica (calhaus e pedras) tornando-se excessivamente pedregosos.

Na sua maioria, não são demasiado profundos, pois que a altura oscila entre 40-50 cm. Acima deste limite, podem assinalar-se fases profundas junto das linhas de água e que se formaram à custa de materiais que foram arrastados das encostas subjacentes as quais apresentam características idênticas às do solo normal. No entanto, pelo facto de serem mais espessos há um maior armazenamento de água e sofrem, por vezes, os efeitos de uma má drenagem, muitas vezes, porém, fácil de corrigir. A profundidade é bastante variável, chegando em alguns casos a atingir mais de um metro.

É frequente, também, assinalar-se a presença de fases delgadas, atingindo, por vezes, grandes extensões nas zonas mais elevadas do manto basáltico. A sua espessura é variável, oscilando, no entanto, entre 15-20 cm. As suas características físicas, sobretudo textura, estrutura e permeabilidade são idênticas às dos outros solos de basalto, mas são muito menos húmidos, sofrendo as plantas, nos períodos de seca, de falta de humidade. Em virtude do substractum rochoso estar muito próximo da superfície, os instrumentos aratórios desagregam grandes quantidades de rocha, o que os torna excessivamente pedregosos. O material originário destes solos, constituido por rocha basáltica altamente meteorizada anda nas fases delgadas, muitas vezes, misturado com a primeira camada.

Devido às suas boas características físicas, os solos descritos, com alto poder de retenção para a água, são considerados bons para a exploração cerealífera e forrageira. A vegetação herbácea adquire, sobretudo nas fases espessas e nos solos normais, grande desenvolvimento.

Ainda dentro da mancha basáltica há extensas áreas de solos esqueléticos. Acima do substractum rochoso, quase superficial, existe uma escassa camada de alguns centímetros de material cascalhento de basalto de mistura com elementos finos, franco-limosos e sem estrutura. Nestes solos assinalam-se afloramentos rochosos fàcilmente denunciados a distância pelas « peladas » na vegetação. São conhecidos na região por « terras galegas », designação depreciativa e que pretende focar a sua baixa produtividade. Na sua exploração intercalam-se normalmente alguns anos de pousio que se reveste de uma vegetação pobre.

Nalguns locais, como em Ramada e próximo de Carnaxide,

deparámos, no seio dos basaltos, com solos de coloração avermelhada cujas características físicas são semelhantes às dum solo basáltico. Deste diferem pela circunstância do material originário conter carbonatos livres.

Normalmente estes solos não dão efervescência ao ClH na camada superior. Quando, porém, devido à acção intensa da erosão, esta camada anda misturada com o material originário, podemos observar essa efervescência. O seu pH variou entre 7.6 e 7.4.

Solos vermelhos de calcário (Vc) — Numa zona onde a Carta Geológica assinala Miocénico, entre Linda-a-Velha e Algés, já na transição para o basalto, surgiu-nos uma mancha que apresenta todas as características dum solo vermelho de calcário. A coloração é castanho-avermelhada e a espessura média anda à volta de 50 cm.

Temos a distinguir duas camadas. A primeira, correspondente à parte arável, difere da segunda na estrutura, pois que nesta é constituida por agregados torronosos enquanto que naquela é granular. Este facto dever-se-á atribuir à mobilização constante a que está submetida a camada arável. Ao longo de todo o perfil observa-se uma forte efervescência ao ClH; o pH tomou valores entre 8.0 e 8.5.

Estes solos mostram ter uma certa plasticidade pois fendilham quando secam. Assentam directamente num substractum de calcário friável, esbranquiçado, pouco permeável, ao contrário do solo cuja permeabilidade é boa. Devido ao seu declive suave a drenagem externa é livre.

Tal como os solos de basalto, são terras utilizadas para a cultura cerealífera e de forragens. Quando na rotacão se inclui um ou dois anos de pousio este reveste-se de vegetação exuberante que, normalmente, se utiliza para fenar.

Solos pardos florestais com calcário (Pc) — O nosso estudo ainda englobou uma pequena zona do Miocénico marinho nas encostas sobranceiras à várzea de Loures, junto de Frielas, e ainda foram observados vários locais na mancha do Oligocénico (Camadas de Benfica) onde o solo se desenvolve sobre substractum margoso, cujo perfil é o característico dos solos pardos florestais com calcário.

São solos caracterizados pela coloração parda, levemente amarelada, com textura franca, bem estruturados, com agregados

granulares de pequenas dimensões que facilitam o desenvolvimento das raízes. Nalguns locais, assinala-se, à superfície, a presença de elementos grosseiros (calhaus e pedras), sobretudo no Oligocénico. São fortemente impregnados de calcário dando forte reacção ao ClH ao longo de todo o perfil. O pH variou entre 8.3 e 7.7. Não se nota diferenciação de horizontes e a profundidade anda à volta de 50 cm, raramente ultrapassando este valor.

Devido à sua localização erosionam fàcilmente, sendo frequente depararem-se-nos zonas erosionadas, delgadas, onde o material originário se encontra misturada com a primeira camada do solo. Em face da sua boa estrutura são solos de regular permeabilidade e drenagem externa livre.

Estas terras, pelas suas características físicas, são aptas à exploração cerealífera alternada com pastagem ou ervagem que, nos locais por nós observados, mantinham regular aspecto.

Barros pretos (Bp) — Numa área, com algumas dezenas de hectares, junto de Almargem do Bispo, foram assinalados solos negros, argilosos. A Carta Geológica indica para este local uma formação de Miocénico, constituida por uma marga argilosa de origem lacustre. O meio é muito mal drenado, pois que, topogràficamente, forma como que uma extensa bacia. Estas condições locais deveriam ter influência marcada no desenvolvimento destes solos.

Apresentam coloração anegrada e textura argilosa. Quanto à estrutura poderíamos distinguir no solo duas camadas. A primeira, mobilizada pelos instrumentos de lavoura, com uma profundidade à volta de 20 cm, é bem estruturada, com agregados granulares, esmiuçados, facto este que torna esta camada permeável. A partir de 20-25 cm a estrutura é maciça destacando-se blocos compactos, plásticos. O pH variou entre 7.0 e 6.6.

Quando secam, fendilham atingindo as fendas certa profundidade. Devido à sua má permeabilidade, a drenagem torna-se difícil e, por isso, encharcam extraordinàriamente no período chuvoso.

No perfil não notámos a presença de carbonatos livres. No entanto, a cerca de 80 cm surge o material originário de coloração acinzentada, passando gradualmente a cinzento amarelado, fortemente impregnado de calcário.

Num outro local, próximo de Linda-a-Velha e junta da Auto-estrada, observámos solos idênticos, mas de menor extensão, em

pleno manto basáltico. Condições de ordem local, não averiguadas, deram origem a este solo que na altura da nossa observação era ocupado por uma seara de óptimo aspecto.

A mancha de barros pretos de Almargem do Bispo parece ter na cultura forraginosa o seu aproveitamento mais racional pois que o excesso de humidade não é favorável à cultura cerealífera. A extraordinária exuberância de vegetação herbácea que recobria o solo, na época em que o observámos, e a diversidade de espécies de possível alto valor forrageiro são uma prova desta nossa conclusão.

Solos vermelhos e amarelos de arenito (Vt) — Estes solos foram assinalados próximo de D. Maria, numa mancha que a Carta Geológica assinala como cretácico.

Apresentam superficialmente uma coloração pardo-amarelada e são constituidos por um material arenoso fino com certa percentagem de limo e sem estrutura. Estas características mantêm-se até cerca de 20 cm de profundidade a partir da qual surge uma camada pouco espessa (10 cm) de textura argilo-limosa, maciça, que é o horizonte de acumulação. Na primeira camada, a ausência de estrutura e a extrema finura das partículas contribuem para a formação duma capa endurecida, superficial. Esta, aliada à existência do horizonte B, argiloso e muito próximo da superfície, é responsável pela fraca permeabilidade do solo. As raízes desenvolvem-se, pràticamente, na primeira camada. O material originário surge a cerca de 30 cm e é constituido por um grés fino argilo-limoso, dominando a coloração parda, mesclada de amarelo e cinzento. Tanto no solo como no subsolo não se observou a presença de carbonatos livres. No perfil observado o pH acusou o valor 6.6.

Este solo, devido à sua localização e características morfológicas, é muito susceptível à acção dos agentes erosivos pelo que são de exigir cuidados especiais na sua exploração.

D — *O factor humano*

O Homem é, sem dúvida, um dos mais poderosos agentes de transformação da paisagem vegetal.

Da natureza e intensidade da sua intervenção resulta uma degradação mais ou menos acentuada, ou até a destruição, da vegetação climácica, pois que, pela transformação do meio natural,

traduzida por consequente e repetida criação de novas «estações», opera-se uma evolução concomitante da vegetação, atingindo-se um determinado estádio da sucessão sujeito, contudo, caso não se mantenha o complexo de condições que o determinou, a nova evolução.

Os matos, os pousios, a cultura estendendo-se a todos os pontos onde se mostrou proveitosa e até àqueles onde as magras colheitas obtidas estão longe de compensar a grandeza do esforço humano, sucederam, na região, à vegetação natural, raríssima ou quase inexistente.

A vegetação dos pousios traduz, em alto grau, a influência dos factores antropozóicos relativos quer à agricultura que os envolve quer à sua própria exploração, e, portanto, só artificialmente, pela intervenção uniforme e contínua do Homem, pode ser mantida. As ervagens estão neste caso e portanto a análise do factor Homem, exposta a seguir, traduz-se, afinal, na descrição dos factos agrícolas com elas relacionados.

A vizinhança dum grande centro de consumo deve mencionar-se como principal determinante do cunho característico que assume na região, a exploração da terra. O abastecimento da cidade, em leite e produtos hortícolas, condiciona, em grande parte, a actividade agrícola.

Pode afirmar-se, em linhas gerais, que a cultura cerealífera integrada em rotações que permitam a obtenção de importantes massas forrageiras e a exploração hortícola, confinada, especialmente, ao concelho de Loures e também muitas vezes relacionada com a manutenção do gado turino, constituem a base de toda a agricultura da região.

As ervagens consideradas neste estudo alternam com o trigo. Quer nas fortes terras de formação basáltica quer nas derivadas de outros substractos, procura-se, sempre que se deseja obter fenos espontâneos, manter esta rotação. Ao referir-se à sua adopção nas terras basálticas CANAS DA SILVA (1945) afirma que «é indispensável nas condições actuais porque com ela se consegue a maior produção de feno em condições mais económicas, a par duma razoável colheita de trigo».

Sendo nalgumas explorações, sobretudo naquelas com assento no manto basáltico, a única rotação seguida, o agricultor vê-se coagido, em face da necessidade da obtenção de outros produtos,

a desrespeitá-la. Assim, cultiva milho, nabos, fava, grão preto e branco, bersim, etc., nalgumas parcelas da folha destinada às ervagens. O trigo é também, embora raramente, substituido pela cevada e pela aveia.

A cultura do milho efectua-se depois do corte antecipado da ervagem. Quando incide, com persistência, em determinada parcela, influencia, como é óbvio, a composição da ervagem, pois determina um empobrecimento progressivo desta em espécies, sobretudo nas que frutificam mais tarde, e um acréscimo em elementos florísticos peculiares às culturas sachadas.

Por vezes, depois da ceifa das ervagens na época usual, tenta-se ainda a cultura do milho. A sementeira tardia conjugada com os poucos cuidados culturais que lhe são dispensados tornam-na, porém, muito contingente. Em anos excepcionais, sobretudo no que se refere às chuvas, ainda se conseguirão bons resultados. O mais normal, porém, são as produções de milho em grão serem exíguas e o seu aproveitamento para a alimentação do gado, fazer-se sob a forma de forragem verde cujo rendimento é, também, geralmente fraco.

As «terras galegas», e algumas originárias do Oligocénico estão submetidas a uma rotação, na sua base, semelhante à referida para as terras mais fortes, de melhor constituição. Difere desta, apenas, por o pousio, mais ou menos longo, que se segue ao trigo, ser utilizado ùnicamente como pastagem, em virtude da fraca produção em matéria verde.

Por vezes, efectua-se a «sementeira dos fenos»; «sementam-se» ou «anafam-se» as terras, como se diz na região. Com essa finalidade aproveitam-se as «sementes» que se destacam quando da operação do enfardamento do feno, as das limpezas das mangedouras e as do fundo dos palheiros. Tal como se obtêm, ou depois de ligeiramente limpas, são lançadas à terra imediatamente antes da última monda do trigo para que com esta operação fiquem envolvidas. Menos frequentemente, procede-se a esta prática quando da sementeira do trigo ou sobre o seu restolho, às primeiras águas, procedendo-se em seguida, neste caso, a uma ligeira gradagem.

É de bastante interesse conhecer as espécies que, por este processo, o Homem voluntàriamente dissemina. Procedemos, com esse fim, à identificação das sementes de duas amostras, obtidas na Amadora e em Carnaxide, e, complementarmente, para as mais

QUADRO XII

Espécies			
	Amostra n.º	1	2
	Localidade	Carnaxide	Amadora
	Peso da amostra (g)	300	300
	Peso da matéria inerte (g)	40	20
	Peso da matéria inerte (%)	13.3	6.7
	N.º de espécies p/ amostra	43	39
	N.º de sementes p/ amostra	27339	23414
	Natureza das impurezas minerais	Basalto	Basalto
Melilotus segetalis		22018	14309
Echium plantagineum		1617	1139
Vicia ssp. sobretudo *V. sativa*		969	116
Medicago rugosa		805	5894
Reichardia sp.		300	—
Chrysanthemum segetum		232	3
Chrysanthemum Myconis		187	45
Medicago hispida		177	168
Trifolium sp.		127	—
Plantago Psyllium		125	26
Scorpiurus subvillosa		124	60
Scorpiurus vermiculata		122	65
Convolvulus tricolor		94	32
Silene gallica		67	410
Raphanus Raphanistrum		57	290
Cichorium Endivia		55	—
Geranium dissectum		47	—
Calendula arvensis		41	266
Ornithopus compressus		40	1
Bromus rigidus		32	10
Lathyrus sp.		25	6
Trigonella Foenum-graecum		—	240
Stachys hirta		—	136
Sonchus oleraceus		—	101
Borago officinalis		—	25

Com menos de 25 sementes: *Trifolium* sp.: 14 (1), 4 (2); *Vicia lutea*: 10 (1), 1 (2); *Avena sterilis*: 6 (1), 5 (2); *Rumex* sp.: 3 (1), 8 (2); *Phalaris minor*: 4 (1), 5 (2); *Phalaris brachystachys*: 3 (1), 1 (2); *Lolium temulentum*: 1 (1), 1 (2); *Vulpia* sp.: 1 (1), 1 (2); *Phalaris* sp.: 8 (1); *Ranunculus sardous*: 4 (1); *Papaver* sp.: 4 (1); *Lavatera trimestris*: 4 (1); *Leontodon Rothii*: 3 (1); *Medicago orbicularis*: 3 (1); *Medicago scutellata*: 2 (1); *Medicago intertexta*: 2 (1); *Anthirrinum Orontium* (s. l.): 1 (1); *Poligonum aviculare*: 1 (1); *Galium Valantia*: 1 (1); *Torilis nodosa*; 1 (1); *Medicago turbinata* var. *olivaeformis*: 1 (1); *Centaurea pullata*: 1 (1); *Rapistrum rugosum*: 15 (2); *Triticum durum*: 9 (2); *Reseda Luteola*: 8 (2); *Centaurea melitensis*: 4 (2); *Cerinthe major*: 4 (2); *Anagallis arvensis*: 2 (2); *Lolium rigidum*: 1 (2); *Silene rubella*: 1 (2); *Brachypodium distachyum*: 1 (2); *Convolvulus arvensis*: 1 (2).

abundantes, à determinação do peso de mil grãos. O resultados obtidos constam dos Quadros XII e XIII.

A prática da «sementeira», utilizando uma mistura de «sementes» proveniente, total ou quase exclusivamente, dos fenos das terras basálticas, como consequência da quota parte importante com que estes concorrem para a produção total e de serem consi-

QUADRO XIII

Espécies	Peso de 1000 grãos (g)
Melilotus segetalis	8.54
Medicago rugosa	19.90
Echium plantagineum	4.10
Vicia spp. sobretudo *V. sativa*	15.50
Medicago hispida	52.00
Scorpiurus vermiculata	6.80
Scorpiurus subvillosa	14.30

derados de boa qualidade, conduz, quando se estende a solos de natureza diversa, a uma perturbação, mais ou menos evidente, do elenco florístico das ervagens. Modificadas quantitativa e qualitativamente, só ao fim de um período, mais ou menos longo, readquirirão o seu aspecto normal. A subsistência de uma ou outra espécie de maior plasticidade ecológica, que conseguiu adaptar-se às novas condições é, contudo, muito provável.

No entanto, verificámos que, caso se mantenha a rigidez da rotação trigo-ervagens, a ceifa não seja antecipada e à cultura do trigo sejam dispensados certos cuidados, tais como a realização de um bom alqueive e duma estrumação, é dispensável a «sementeira» que se justificará, apenas, no caso de se pretenderem melhorar as ervagens dos solos não basálticos consideradas de pior qualidade.

Refere CANAS DA SILVA (1945) que se obtêm «altas produções de feno no ano seguinte a um bom alqueive para o trigo quando em anos anteriores, com poucos cuidados culturais, a produção era fraca». A razão disto reside, talvez, no facto de as sementes de algumas espécies — as que entram em maior abundância na composição das ervagens — terem elevada percentagem de «sementes duras» e estarem, além disso, envolvidas nas vagens e, por isso,

se conservarem na terra durante alguns anos até se criarem condições favoráveis à sua germinação. O alqueive, ao trazer muitas das «sementes» à superfície, concorre para que a germinação venha a verificar-se, na sua maior força, após a cultura do trigo.

Por sua vez, a estrumação feita para a cultura do trigo, com um intervalo de dois ou quatro anos, além da sua benéfica acção como fertilizante, funciona como um meio de disseminação bastante importante.

Na análise de uma amostra de estrume, com o peso de 311 g, retirado de um «monte» pronto a ser espalhado, anotámos um total de 680 sementes em bom estado, pesando 12 g (cerca de 4 % do peso do estrume analisado), distribuidas pelas seguintes espécies:

Medicago rugosa	359
Melilotus segetalis	254
Medicago hispida	24
Scorpiurus subvillosa	12
Calendula arvensis	10
Avena sterilis	8
Silene sp. (cápsulas)	4
Raphanus Raphanistrum	3
Rapistrum rugosum	2
Echium plantagineum	2
Sonchus oleraceus	1
Centaurea sp.	1

Como se verifica todas estas espécies ocorrem nas amostras de «sementes do feno» analisadas (Quadro XII).

De forma nenhuma pretendemos generalizar o que observámos num único caso. Vários factores, como a natureza da alimentação, material usado nas camas, etc., condicionam o número e natureza das sementes veiculadas pelo estrume.

As terras destinadas à produção de ervagens são submetidas a uma pastagem temporária que tem lugar nos restolhos de trigo e nos de feno, sendo os primeiros vedados aos ovinos logo que se verifiquem as primeiras chuvas apreciáveis e os segundos utilizados até à altura da sementeira do cereal.

Apascenta-se, ainda, o rebanho nas terras fracas onde a vegetação, por não dar corte apreciável, lhe é destinada, e nos matos. Por vezes, desponta os trigos e entra nas terras cujas ervagens, ceifadas mais cedo, são ministradas em verde ao gado bovino. Diz-se, então, que vai para as terras para este «levantadas».

As parcelas destinadas a ervagem são, por vezes, fechadas ao rebanho bastante tarde, em Janeiro ou Fevereiro. Este procedimento, quanto a nós prejudicial, determina que as ervagens pelo facto da abundância de *Melilotus segetalis* não ser demasiadamente afectada — as ovelhas só a comem quando as outras plantas rareiam — resultem quase estremes nesta espécie mas, como é óbvio, com um fraco grau de cobertura. Nalgumas nódoas a densidade do manto vegetal é, por vezes, tão exígua que a ceifa não chega a ser efectuada.

O gado bovino leiteiro está, regra geral, estabulado. Apenas, nalgumas localidades (Ramada, Caneças, Odivelas) observámos a sua saída para as pastagens, usualmente, destinadas às ovelhas.

O arrendamento das pastagens é feito, frequentemente, ou a traficantes de gado que aí o mantêm até estar assegurado o seu escoamento para o matadouro, ou a agricultores cujas disponibilidades pascigosas são exíguas.

A monda das ervagens faz-se raramente e, apenas, no caso dos fenos se destinarem a venda. As plantas principalmente visadas, consideradas pouco apetecidas pelo gado e de fraco valor alimentar, são: o saramago *(Raphanus Raphanistrum)*, a aneixa *(Rapistrum rugosum)*, o lírio *(Reseda Luteola)*, a soagem *(Echium plantagineum)*, a erva vaqueira *(Calendula arvensis)* e diversos cardos *(Scolymus hispanicus, Scolymus maculatus, Carlina racemosa, Carthamus lanatus, Carthamus coeruleus,* etc.).

A ceifa é feita, de ordinário, bastante tarde, quando a frutificação vai já muito adiantada. Este atraso, perante o modo como, presentemente, a exploração das ervagens se realiza, torna-se contudo necessário pela intensa disseminação que provoca. Só será dispensável quando a «sementeira» dos fenos, referida anteriormente, se faça a partir da semente produzida em talhões destinados a esse fim. Anotemos, porém, que a ceifa é, algumas vezes, retardada não por ignorância dos seus inconvenientes mas porque a previsão de tempo chuvoso determinando o insucesso da fenação, assim o impõe.

Os fenos obtidos das ervagens ceifadas tardiamente apresentam-se diminuidos, dada a sua menor digestibilidade, no seu valor nutritivo. Por outro lado, as perdas quantitativas verificadas, sobretudo de folhas e frutos, são também muito importantes. Já PEREIRA COUTINHO (1884) diz que o corte tardio provoca uma emigração dos «materiais» dos caules e folhas para os frutos e que

não se pode «tentar cobrir esse desfalque com o maior valor alimentício dos grãos formados, porque estes despegam-se e perdem-se em grande quantidade nas manipulações do feno». TIERNO, VIANA e SILVA (1928), por sua vez, ao reconhecerem as boas qualidades forrageiras da anafe afirmam que «como se desfolha e estiola, fàcilmente, depressa perde as suas boas qualidades de antes da floração tornando-se grosseira, celulósica, de baixa produção e dando manteigas duras e granulosas».

A fenação faz-se sobre o terreno, à maneira comum. O feno é emolhado ou, sobretudo quando se destina a venda, enfardado. A fenação torna-se, como já dissemos, muito contingente devido à irregular distribuição das chuvas, característica da região.

Os fenos espontâneos concorrem, em larga escala, para a alimentação do gado bovino. Os provenientes das ervagens de anafe (*Melilotus segetalis*) são os mais representados na região. Sob condições ecológicas afins das que presidem à realização daquelas ocorrem as ervagens de cornilhão (*Scorpiurus vermiculata* et *Scorpiurus subvillosa*), de cornilhão e azuraque (*Scorpiurus spp.* et *Convolvulus tricolor*), de azuraque (*Convolvulus tricolor*) e de trevo carrapiço (*Medicago hispida*) cujos fenos são apreciados, sobretudo os de cornilhão e os da mistura cornilhão e azuraque. Citamos, ainda, os fenos da lezíria de Loures que obtidos das zonas não defendidas das cheias se confinam, presentemente, a pequenas manchas. Não nos foi dado observar, talvez, em virtude das vantagens duma intensificação cultural, os bons fenos das encostas de Unhos, Camarate e Sacavém a que se referem TIERNO, VIANA e SILVA (1928). A esta data — e de então para cá o facies agrícola pouco se modificou — diziam estes autores: «Os fenos abundam sempre. Chegam para as turinas, para os bois de trabalho e ainda sobejam para a venda».

Uma pequena parte das ervagens, sobretudo as das terras destinadas à cultura do milho, é ministrada em verde ao gado bovino leiteiro e, raramente, ao de trabalho. A quase não existência de silos na região, não permite, porém, manter além dum curto período, os altos benefícios apontados por tantos autores, de uma alimentação verde.

As forragens mais frequentemente cultivadas são: o fenacho destinado, apenas, em virtude do gosto especial que comunica ao leite e à carne, ao gado de trabalho; as misturas de fenacho e aveia; de cizirão, ervilhaca e aveia, em norma destinadas a feno, e o

bersim, milho e ferrejo de gramíneas consumidos, regra geral, em verde.

Aos alimentos secos podemos acrescentar ainda, as palhas (de trigo, milho, grão, etc.).

Os concentrados a que mais usualmente se recorre são a fava, cevada e aveia, destinados, sobretudo ao gado de trabalho e várias farinhas industriais para o gado turino. Estas, de composição desconhecida estão actualmente perdendo grande parte do seu crédito e nota-se uma forte tendência, já verificada nas empresas mais importantes, para a sua substituição por produtos preparados na própria exploração.

II — MÉTODOS

No estudo da vegetação seguimos os métodos da escola mompilheriana.

Com vista às análises da produção e química procedeu-se em todos os indivíduos inventariados, excepção feita para aqueles que foram ceifados mais cedo por se destinarem a verde, à colheita de amostras durante a primeira quinzena de Maio de 1951. Estando nessa altura longe de formar uma ideia acerca dos agrupamentos vegetais que viriam a ser reconhecidos não era possível indicar, *à priori*, quais as amostras a eleger. Essa escolha só se pôde fazer ulteriormente, quando os agrupamentos foram definidos e caracterizados. Além disso, para que os resultados fossem comparáveis, procurámos que a colheita da amostra fosse sempre efectuada em parcelas de vegetação que se apresentassem em idêntico momento fenológico. Este correspondeu, tomando a espécie mais vezes dominante (*Melilotus segetalis*) como indicadora, a uma frutificação bastante adiantada (vagens já começando a amarelecer) tal como se verifica, na região, no momento da ceifa.

Efectuou-se, no «indivíduo» inventariado, o corte de uma parcela-amostra ($1\,m^2$) escolhida de tal forma que se nos afigurou ser representativa. Assim, procurou-se que ela encerrasse não só as espécies com maiores índices de abundância-dominância como também que estes mantivessem os valores obtidos para o inventário respectivo.

Considerámos as produções globais em verde e em feno e as produções, sòmente em feno, dos grupos papilionáceo, graminóide e acessório. As produções globais em verde e em feno foram cal-

culadas, respectivamente, por pesagem *in loco* logo após o corte, e pela soma dos pesos dos grupos referidos, separados em verde e secos ao ar livre, sob coberto.

Para avaliar a composição química das ervagens em estudo procedeu-se, primeiramente, à preparação das amostras, sendo os grupos constituintes de cada uma delas tratados em separado mas em condições que permitissem reconstituir a amostra representativa do «indivíduo» inventariado. A porção restante de cada grupo foi conservada a fim de, nalguns casos, se efectuar a sua análise química.

Em cada amostra determinou-se a proteína bruta, proteína pura (pelo ácido acético), proteína verdadeira *(Barnstein)*, proteína indigestível, lenhoso (celulose bruta), gordura bruta, cinzas, «areia», fósforo e cálcio. Com base nestas determinações calculámos as substâncias extractivas não azotadas, as «amidas», a não-proteína, proteína digestível, proteína pura/proteína bruta, proteína verdadeira/proteína bruta, proteína digestível/proteína bruta e Ca/P. Efectuou-se, também, com base na composição química, o cálculo do número de unidades forrageiras (U. F.) por quilograma e por metro quadrado.

A análise química do material foi efectuada com base nos métodos da *Association of official Agricultural Chemists* (1935). Sempre que se efectuaram pequenas alterações ou que se seguiram métodos diferentes, como sucedeu para o P, Ca, «Areia», proteína verdadeira *(Barnstein)*, proteína pura (pelo ácido acético) e proteína digestível, que aquela Associação não indica ou cuja técnica preconizada se afasta da adoptada no presente trabalho, reportámo-nos às indicações de MERCÊS DE MELLO (1952) e RUSSO (1951).

III — FITOSOCIOLOGIA DAS ERVAGENS

O conhecimento dos agrupamentos que integram o manto vegetal do País está numa fase inicial; o mesmo é válido para Espanha. A sistemática dos agrupamentos em causa teve, por isso, de ser estabelecida com as reservas convenientes, pelo confronto com entidades já sistematizadas de territórios mais distantes, embora ainda dentro da região Mediterrânica. Como seria natural esperar, tal confronto levou à conclusão de que se estava em presença duma nova associação — apresentada, no entanto, com carácter provisório — que se filia na Aliança *Secalinion mediterraneum* (Br. Bl.) Tx.

QUADRO XIV

GLADIOLETO-PHALARIDETUM TYPICUM

Forma biológica	Variante / Inventário n.º	1*	2*	3	4	5	6	7*	8	9	10	11	12	13	14	Presença	Coeficiente de recobrimento	Recobrimento em %
	Variante	Calcária							Basáltica									
	Localidade	Murganhal	Laveiras	Ramada	Odivelas	Linda-a-Velha	Odivelas	Cascavelos (Torres Vedras)	Ramada	Famões	Ramada	Odivelas	Damaia	Queluz	[illegible]			
	Altitude			125	100	75	100		150	125	150	100	1?0	100	1?0			
	Exposição-Inclinação (°)			F 12	L 5	W 2	L 5	N 5	E 4	NE 10	SE 6	NW 3	NW 3	NE 2	N 7			
	Altura da vegetação (cm)			80	70	80	110	140	80	100	100	70	100	120	120			
	Grau de recobrimento (%)			90	90	100	100	100	100	100	95	100	100	100	100			
	Grupo de solo			Vb	Pc	Vc	Pc	Vb	Vb	Vb	Vb	Vt	Vb	Vb	Vb			
	pH			8.4	8.2	8.2	8.0	7.7	7.2	7.0	6.8	6.8	6.7	6.3	6.0			
	CO_3			+F	+F	+F	+F		–	—	—	–	—	—	—			
	Superfície estudada (m²)			100	100	100	100	100	100	100	100	100	80	100	100			
T	*Triticum*															V	8393	35.8
T	*Hordeum vulgare*			5.5	4.5	5.5	5.5	5.5	1.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	I	446	1.9
	Características prováveis da Associação																	
T	*Phalaris brachystachys*	3.1	2.1	+												V	470	2.0
T	*Scandix Pecten-Veneris*						1.1	+	1.1							II	4	0.02
T	*Convolvulus tricolor*	1.1						+								II	74	0.3
G	*Gladiolus segetum*	2.1		+	1.1									+		II	162	0.7
T	*Medicago scutellata*	1.1		+	1.1											II	37	0.2
T	*Biscutella auriculata*															I	1	0.004
	Diferenciais da Sub-associação (*Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum*)																	
T	*Melilotus segetalis*		2.1-2													III	396	1.7
T	*Medicago rugosa*					3.2	+									II	74	0.3
	Diferenciais da variante calcária												1.1	1.1				
G	*Muscari comosum*	1.1	2.1		+											III	164	0.7
T	*Bupleurum lancifolium*	1.1	2.1-2				+									III	199	0.8
T	*Papaver hybridum*	+			1.1											II	2	0.009
T	*Erodium malacoides*						+									I	1	0.004
T	*Teucrium spinosum*				2.1											I	126	0.5
T	*Adonis microcarpus*		1.1													I	36	0.2
T	*Thymelaea Passerina*				1.1											I	36	0.2
	Diferenciais da variante basáltica																	
T	*Gastridium lendigerum*	1.1														IV	341	1.4
T	*Rumex bucephalophorus*		1.1							1.1	1.1	2.1	1.1	1.1	1.1	III	326	1.1
T	*Herniaria hirsuta*										2.1			1.1	2.1	III	4	0.02
T	*Lupinus angustifolius*															III	4	0.02
T	*Filago gallica*								+							II	4	0.02
T	*Sagina apetala*									+	+				+	II	2	0.009
T	*Trifolium striatum*														+	I	1	0.004
T	*Tolpis umbellata*															I	1	0.004
	Características da Aliança (*Secalinion mediterraneum*)																	
T	*Ridolfia segetum*	3.1-2	3.1-2	1.1	3.1	+	2.1	1.1	3.1	2.1		2.1	2.1	2.1		V	1768	7.5
T	*Filago spathulata*			+	+	1.1	1.1			+			+		+	IV	76	0.3
T	*Elatinoides spuria*				+		+					+	+			III	6	0.03
T	*Lathyrus Ochrus*		1.1											+		III	40	0.2
H	*Anchusa italica*		2.1-2		+											III	129	0.6
T	*Specularia hybrida*							1.1								II	39	0.2
T	*Phalaris minor*													+		II	3	0.01
T	*Delphinium halteratum*												(+)	+		II	2	0.009
T	*Galium Valantia*	1.1														II	37	0.2
G	*Allium nigrum*				+											I	1	0.004
	Características da Ordem (*Secalinetalia*)																	
T	*Papaver Rhoeas*	2.1	3.1-2	+			1.1	1.1							3.1	V	737	3.1
T	*Nigella damascena*	2.1			+		+								+	IV	131	0.6
T	*Ranunculus arvensis*			+					1.1	(+)						IV	41	0.2
T	*Raphanus Raphanistrum*													1.1	2.1	III	164	0.7
G	*Ornithogalum narbonense*				+											II	4	0.02
T	*Lolium temulentum*				+											II	4	0.02
T	*Tragopogon hybridus*		2.1-2	+												II	126	0.5
T	*Medicago Blancheana Bonarotiana*						1.1		2.1							II	161	0.7
T	*Anthemis arvensis*															I	1	0.004
T	*Papaver dubium*															I	1	0.004
	Características da Classe (*Secalinetea*)																	
T	*Anagallis arvensis* (s. l.)		1.1	+	+			1.1						+	+	V	80	0.3
G	*Convolvulus arvensis*	2.1	1.1					1.2			1.1		+			V	239	1.0
T	*Torilis nodosa*		2.1			1.1	1.1		1.1							IV	237	1.0
T	*Plantago Psyllium*		1.1	1.1												IV	78	0.3
T	*Avena sterilis*			+	2.1		1.1			(+)	1.1	1.1	1.1	1.1		IV	306	1.3
T	*Sonchus oleraceus*		1.1		+		+							+		IV	42	0.2
T	*Reseda Luteola*		1.1				+								+	IV	42	0.2
T	*Antirrhinum Orontium*				+		+				1.1	+				IV	41	0.2
T	*Medicago hispida*	1.1					+			1.1	1.1			1.1	1.1	IV	181	0.8
H	*Rumex pulcher*	1.1	1.1				+							+		III	76	0.3
T	*Chrysanthemum Myconis*			+			+				2.1		1.1	3.1	1.1	III	467	2.0
T	*Lolium rigidum*						+		2.1							III	130	0.6
G	*Cynodon Dactylon*			+.2	+.2		+.2		+.2	+.2	1.2	+.2	+.2			III	41	0.2
T	*Silene fuscata*			+			+	2.1	+				+			III	129	0.6
T	*Calendula arvensis*			+			+		+					+		III	5	0.02
T	*Sinapis arvensis*			+	+	+	+	+								III	5	0.02
T	*Phalaris paradoxa*		1.1			+	+		+					1.1		III	75	0.3
T	*Bromus rigidus*	1.1	1.1				+							1.1		III	110	0.5
T	*Polygonum aviculare*						+				+	+		+		III	5	0.02
T	*Sonchus asper*			+	+		+									III	4	0.02
T	*Chrysanthemum segetum*		2.1-2												1.1	II	163	0.7
T	*Ammi majus*		1.1		+		+									II	39	0.2
H	*Silene Cucubalus*	2.1	2.1	+			+									II	251	1.1
T	*Rapistrum rugosum*	1.1	1.1-2		+											II	73	0.3
T	*Echium plantagineum*			+												II	2	0.009
H	*Rumex crispus*															II	2	0.009
T	*Coronilla scorpioides*															I	1	0.004
	Companheiras																	
T	*Vicia sativa*	1.1					1.1	1.1	2.1				1.1	1.1	1.1	IV	342	1.4
T	*Vicia lutea* (s. l.)		1.1				1.1									IV	78	0.3
T	*Polycarpon tetraphyllum*						+				2.1	1.1	2.1	1.1	1.1	IV	361	1.5
T	*Scorpiurus subvillosa*	+	1.1											+		IV	42	0.2
T	*Sherardia arvensis*		1.1			+									+	IV	41	0.2
T	*Silene gallica*		1.1				+				1.1		1.1	1.1	1.1	IV	181	0.8
T	*Trifolium campestre*	1.1													+	III	41	[illegible]
T	*Medicago turbinata*	+				1.1	1.1		1.1	1.1		2.1				III	270	[illegible]
T	*Picris echioides*		3.1-2			+	1.1									III	308	[illegible]
T	*Scorpiurus vermiculata*													1.1	1.1	III	75	[illegible]
H	*Sanguisorba minor*		1.1		1.1											III	75	[illegible]
T	*Lathyrus Aphaca*	1.1	1.1			+										III	74	0.3
T	*Lythrum hyssopifolia*															III	4	0.02
T	*Lathyrus articulatus*				1.1											II	39	0.2
T	*Geranium dissectum*	1.1				+										II	39	0.2
H	*Ononis spinosa*			1.2	+.2					+.2	2.2				1.2	II	198	0.8
G	*Arisarum vulgare*			1.1		+		1.1-2						+		II	73	0.3
T	*Trifolium lappaceum*															II	3	0.01
T	*Avena barbata*	3.1	3.1									1.1				II	537	2.3
T	*Monerma cylindrica*															II	37	0.2
T (H)	*Lolium multiflorum*	1.1	1.1													II	72	0.3
T	*Stachys hirta*				+											II	2	0.009
T	*Urospermum picroides*	2.1-2														II	126	0.5
T (H)	*Spergularia longipes*															II	2	0.009
G	*Oxalis pes-caprae*	2.1-2	2.1			+										II	251	1.1
T	*Anthemis fuscata*													1.1		II	2	0.009
T	*Briza minor*															II	37	0.2
T	*Juncus bufonius*															II	2	0.009
T	*Valerianella microcarpa*															II	2	0.009
G	*Mentha Pulegium*															II	2	0.009
G	*Phalaris tuberosa*			+.2			+.2				1.2					II	37	0.2
T	*Trifolium glomeratum*															I	1	0.004
T	*Thlaspi perfoliatum*		1.1													I	36	0.2
T	*Orobanche ramosa* ssp. *nana*						+									I	1	0.004
T	*Euphorbia pterococca*															I	1	0.004
T	*Medicago intertexta*		1.1													I	36	0.2
T	*Tanacetum annuum*															I	1	0.004
T	*Cerastium glomeratum*															I	1	0.004
	Espécies dos Thero-Brachypodietalia																	
T	*Leontodon Rothii*			1.1	1.1					1.1					1.1	IV	[illegible]	[illegible]
T	*Cichorium Endivia* ssp. *pumilum*	2.1	1.1	1.1							1.1					IV	[illegible]	[illegible]
H	*Scolymus hispanicus*		1.1-2													IV	41	[illegible]
T	*Campanula Erinus*		2.1-2		+		2.1									IV	[illegible]	[illegible]
T	*Scleropoa rigida*															[illegible]	[illegible]	[illegible]
T	*Euphorbia exigua*				+				+				+		+	III	6	0.03
H	*Centaurea pullata*	1.1	1.1	+	+				+							III	76	0.3
T	*Carlina racemosa*				+				+			1.1		+		III	40	0.2
T	*Brachypodium distachyum*	1.1		1.1	+				+	1.1					1.1	III	109	0.5
T	*Galactites tomentosa*	1.1			+				+							III	76	0.3
T	*Linum strictum cimosum*	1.1			1.1		+		+							II	74	0.3
T	*Trifolium scabrum*								+							II	3	0.01
H	*Reichardia picroides*	1.1					+									II	38	0.2
T	*Carthamus lanatus*				+				+					1.1		II	3	0.01
T	*Bromus lanceolatus*															II	38	0.2
T	*Lathyrus annuus*															II	3	0.01
H	*Rumex thyrsoides*						+		+							II	2	0.009
T	*Scolymus maculatus*				+				+							II	2	0.009
T	*Centaurea melitensis*			+	1.1				+							II	37	0.2
T	*Trifolium angustifolium*			+												II	2	0.009
H	*Carthamus coeruleus*		1.1													II	37	0.2
G	*Allium paniculatum*				+											I	1	0.004
T	*Medicago orbicularis*															I	1	0.004
T	*Hedypnois cretica*			2.3												I	1	0.004
H	*Medicago falcata*															I	126	0.5
H	*Verbascum sinuatum*															I	1	0.004
T	*Daucus muricatus*									(+)			(+)			I	1	0.004
T	*Bromus madritensis*															I	1	0.004
	Outras espécies (1)																1081	4.5
																	23444	100.562

(1) Foram observadas:

3 ×: *Rubus*: +.2 (14), + (10), + (4)

2 ×: *Foeniculum vulgare*: + (10), + (5); *Rumex conglomeratus*: + (5), + (7); *Cynosurus echinatus*: 2.1 (1), 1.1 (2).

1 ×: *Aegilops triuncialis*: + (9); *Agrostis salmantica*: + (14); *Aegilops ovata*: 1.1 (1); *Agropyrum repens*: +.2 (12); *Anagallis linifolia*: + (11); *Aristolochia longa*: +.2 (14); *Agrostis castellana*: +.2 (10); *Allium* sp.: + (7); *Bromus (rubens)*: + (8); *Bromus mollis*: + (5); *Calystegia sepium*: + (7); *Cynoglossum creticum*: (+) (5); *Centaurea salmantica*: + (3); *Chlora perfoliata*: 1.1 (1); *Cynoglossum clandestinum*: + (14); *Carduus tenuiflorus*: + (5); *Corrigiola littoralis*: + (10); *Centaurea lusitanica*: 1.1 (2); *Campanula lusitanica*: 1.1 (14); *Centranthus calcitrapa*: + (3); *Crepis* sp.: + (7); *Cerastium* sp.: + (7); *Diplotaxis catholica* + (10); *Dactylis glomerata*: + (10); *Daucus (Carota)*: + (4); *Erythraea ramosissima*: + (11); *Erythraea Centaurium*: + (1); *Eryngium campestre*: + (14); *Filago germanica*: + (11); *Fumaria capreolata*: + [illegible]; *Fumaria* sp. [illegible] (2); *Geranium Robertianum* ssp. *purpureum* [illegible] (8); *Gaudinia fragilis*: 1.1 (9); *Gnaphalium luteo-album*: + (7); *Galium divaricatum*: 1.1 (14); *Hordeum murinum*: + (8); *Holcus lanatus*: + (10); *Holcus mollis*: 1.2 (14); *Lupinus albus*: 1.1 (2); *Lamium amplexicaule*: + (7); *Lythrum junceum*: + (13); *Lathyrus Clymenum*: 1.1 (1); *Lathyrus Cicera*: + (10); *Lathyrus latifolius*: + (3); *Mercurialis annua*: + (7); *Mentha rotundifolia*: + (10); *Medicago falcata* × *sativa*: + (3); *Medicago lupulina*: 3.1-2 (7); *Melilotus* sp.: + (7); *Polypogon monspeliensis*: + (12); *Polypogon maritimus*: + (10); *Petroselinum segetum*: + (12); *Ptychotis amoides*: 1.1 (3); *Phalaris aquatica*: + (1); *Raphanus microcarpus*: 2.1 (2); *Ranunculus sardous* [illegible] (13); *Reichardia intermedia*: + (4); *Ranunculus muricatus*: + (6); *Rhagadiolus stellatus*: + (3); *Stellaria media*: + (7); *Silene colorata* [illegible] (7); *Stachys arvensis* [illegible] (7); *Silybum Marianum*: 1.1-2 (2); *Trifolium subterraneum* [illegible] (9); *Trifolium alexandrinum* [illegible] (8); *Trifolium stellatum*: + (9); *Trifolium Cherleri*: + (9); *Trisetum paniceum* [illegible] (8); *Tunica prolifera* [illegible] (1); *Tamus communis* [illegible] (3); *Vicia dasycarpa*: [illegible] (1); *Vulpia geniculata*: + (8); *Vulpia* sp.: 1.1 (1); *Velezia rigida*: + (10); *Verbena officinalis* [illegible] (11); *Veronica arvensis* [illegible] (7); *Valerianella discoidea*: + (3).

* Os inventários números 1 e 2 foram extraídos do trabalho de M. MYRE (1945) – «Contribuição para o estudo de algumas comunidades vegetais da classe Rudereto-Secalinetales Br. Bl. dos arredores de Lisboa». *Bol. Soc. Broteriana*, 2.ª Série 19: 699-727.
O inventário número 7 (Colecção da E. A. N. n.º 920), ainda inédito, foi realizado pelo nosso Colega A. R. PINTO DA SILVA.

1937. Nesta associação que designamos por *Gladioleto-Phalaridetum*, perante o confronto dos quadros fitosociológicos referentes à vegetação das searas e das ervagens que com elas alternam na rotação, julgamos perfeitamente justificável o estabelecimento de duas sub-associações: uma *(Gladioleto-Phalaridetum typicum)* representada nas searas (Quadro XIV) e outra *(Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum)* compreendendo as ervagens de que especialmente aqui nos ocupamos (Quadro XV).

Nos dois quadros, os inventários foram ordenados segundo os valores decrescentes de pH por se verificar que as variantes calcária e basáltica, consideradas em ambas as sub-associações, estavam relacionadas com a variação dessa característica edáfica. Constata-se, ainda, que a diminuição de pH coincide com a ocorrência duma influência crescente de elementos florísticos dos *Helianthemetalia guttati* e com um empobrecimento paralelo das espécies características da Aliança.

As espécies eleitas para características de associação, em vista do que expuzémos acima, são apresentadas apenas como prováveis e com o valor de características locais. Baseámos esta eleição, sobretudo, no conhecimento que delas possuímos no que se refere ao seu comportamento nos outros agrupamentos do território, onde se mostraram ausentes ou não encontrando aí o seu óptimo, às diversas informações concernentes à sua especialização ecológica que não pode deixar de admitir-se relacionada com a sua posição fitosociológica, à sua distribuição geográfica e, em suma, a um conjunto de dados que exaustivamente procurámos reunir.

Contudo, insistimos, as características da associação são apresentadas como prováveis. Não nos surpreenderá, portanto, que a progressiva caracterização dos agrupamentos existentes no País, e em especial os messícolas, nos leve a reconhecer um valor sociológico diferente para uma ou outra espécie indicada, presentemente, como característica e venha, por outro lado, colocar em destaque outras que agora se nos afiguraram destituidas de significado especial.

A pobreza no número e « qualidade » das características eleitas pode ter explicação nas causas apontadas. Das seis espécies indicadas para características da associação duas — *Medicago scutellata* e *Biscutella auriculata* — mostram-se de baixo grau de presença; isto, porém, não obsta a que possam ser tidas como boas características e, de facto, parece-nos que elas encontram neste agrupamento o seu óptimo e com dificuldade transgredirão os seu limites.

Convolvulus tricolor, uma espécie mediterrânica ocidental, que parece ocupar em Portugal a área virtual do nosso agrupamento, transgride, algumas vezes, o *Gladioleto-Phalaridetum* ocorrendo em vegetação que se situa quer em *Chenopodietalia*, quer em *Thero--Brachypodietalia;* entretanto, mostrou-se preferente da referida associação. As três restantes espécies, eurymediterrânicas, mostraram comportar-se, dada a sua nítida preferência pelo *Gladioleto--Phalaridetum*, como boas características locais desta associação; transgridem bastante raramente, e então, em favor de outros agrupamentos da ordem dos *Secalinetalia.*

As espécies diferenciais da sub-associação *Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum* ocorrem também, com excepção de *Medicago ciliaris*, na sub-associação típica. No entanto, a importância sociológica das duas outras espécies em cada um dos agrupamentos, evidenciada pelo recobrimento em percentagem (TOMASELLI, 1947), mostra a sua nítida preferência pela sub-associação constituida pelas ervagens. Tal preferência é, sobretudo, evidenciada pelo *Melilotus segetalis* que, sem dúvida, encontra aí o seu óptimo.

Os blocos das espécies diferenciais das variantes calcária (basófilas) e basáltica (neutrófilas e, sobretudo, acidófilas) foram estabelecidos tendo, sobretudo, em conta o seu comportamento em relação ao pH nos quadros fitosociológicos que apresentamos e as informações de vários autores (SCHMITZ, 1948; FOURNIER, 1946; COSTE, 1937; BOLÓS, 1950; etc.), confirmatórias, regra geral, do julgamento feito. Colocámos, entretanto, as informações destes autores num plano secundário baseando-nos no facto referido por MEIJER DREES (1951) paralelo, aliás, ao verificado por PINTO DA SILVA, ROZEIRA e FONTES (1952) de que para a mesma espécie diferentes condições climáticas e geográficas podem influenciar o seu comportamento em relação ao pH. Contudo, como pode notar-se, as diferenciais da variante basáltica são, na sua maioria, espécies dos *Helianthemetalia guttati* e *« les associations de cet Ordre représentent les derniers stades de dégradation de la forêt climatique sur les sols silicieux, dépourvus de calcaire, faiblement acides, neutres (ou rarement) faiblement basiques à la surface »* (BRAUN-BLANQUET, MOLINIER e WAGNER, 1940). Estas espécies ao ocorrerem nos solos neutros desta variante, devem estar no seu limite ecológico em relação ao pH.

É provável que estes grupos de espécies diferenciais pudessem ser enriquecidos com uma ou outra espécie cujo comportamento

QUADRO XV

GLADIOLETO-PHALARIDETUM MELILOTETOSUM

FORMA BIOLÓGICA	Variante	CALCARIA											BASÁLTICA																PRESENÇA	COEFICIENTE DE RECOBRIMENTO	RECOBRIMENTO EM %
	Inventário n.º	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27			
	Localidade	Ponte de Frielas	Linda-a-Velha	Ponte de Frielas	Algés	Carnaxide	Linda-a-Velha	D. Maria	Ponte de Frielas	Carnaxide	Queluz de Baixo	Queluz de Baixo	[illegible]	Amadora	Carnaxide	Barcarena	Queluz de Baixo	Carnaxide	Amadora	Amadora	Queluz de Baixo	Famões	Amadora	Queluz de Cima	Margem do Bispo	Linda-a-Velha	Amadora	[illegible]-Beja			
	Altitude	50	100	50	[illegible]	50	100	75	50	75	150	150	[illegible]	[illegible]	100	150	150	75	125	125	150	125	150	100	150	100	150	150			
	Exposição. Inclinação (º)	W 10	E 2	NW 15	S 5		NW 5	N 15	E 1	NW 1	N 1	NE [illegible]	[illegible]	N [illegible]		W 5	E 5	N 3	NE 5	NE 4	S 7	SW 2	E 3	NW 2		NE 3	SW 2	E 4			
	Altura da vegetação (cm)	90	70	60	120	70	90	60	[illegible]	100	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	60	60	90	60	40	90	80	90	80	60	80	60	40	60			
	Grau de recobrimento (%)	90	100	90	100	100	100	100	100	100	100	[illegible]	[illegible]	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100	95	100			
	Grupo de solo	Pc	Vc	Pc	Vc	Vc	Vc	Vc	Pc	Vc	Vb	Vb	Vb	Vb	Bp	Vb	Vb	Vb	Vb	Vb	Vb	Vb	Vb	Vb	Bp	Vb	Vb	Vb			
	pH	8.3	8.4	8.2	8.1	8.0	8.0	8.0	7.7	7.6	7.1	7.1	[illegible]	[illegible]	7.0	7.0	7.0	7.0	6.9	6.9	6.8	6.7	6.7	6.7	6.6	6.6	6.6	6.6			
	CO_3^{--}	+ F	+ F	+ F	+ F	+ f	+ f	+ F	+ 1	—	+ 1	[illegible]			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	Superfície estudada (m²)	64	100	100	100	100	100	64	100	200	[illegible]	[illegible]	64	64	100	64	64	100	64	64	64	100	100	64	100	200	100	100			
	Características prováveis da Associação																														
T	*Convolvulus tricolor*	+			2.2	+	+	+	2.1	.	.			+	+	1.1	+	2.1	+		+	+	+	1.1	1.1	+		+	V	256	1.7
T	*Phalaris brachystachys*	+	+			1.1	+		+	+					+	+	+	+		+	+	+	+		+	+	+	+	IV	26	0.2
G	*Gladiolus segetum*	1.1	1.2	.				(+)				.	+		+	+.2		+	+.2	+	+		+	+.2	(+)		+	+	IV	42	0.3
T	*Scandix Pecten-Veneris*	+	1.1				+						+	1.1	+	1.1	+	+	+		1.1		+			+	+		III	78	0.5
T	*Medicago scutellata*		1.1	2.1	.		+		1.1	.								1.1			+								II	122	0.8
T	*Biscutella auriculata*																(+)	+			+								I	1	0.007
	Diferenciais da Sub-associação																														
T	*Melilotus segetalis*	3.3	4.3	3.3	3.2-3	3.3	4.4	3.1-2	3.1-2	5.4	3.3	5.5	3.3	4.4	4.4	5.4	5.5	3.1-2	3.1-3	5.5	5.5	4.1-3	5.4	4.3	5.4	5.5	3.1-3	4.4	V	6063	41.4
T	*Medicago rugosa*	+	+	1.1			1.1		3.1-2	.		2.1	1.1	+	+		+	1.1	1.1	1.1	+	+	1.1	2.1		1.1	1.1	2.1	V	504	3.4
T	*Medicago ciliaris*			+	(+)										+			+			+								I	1	0.007
	Diferenciais da variante calcária																														
G	*Muscari comosum*		+			+	+	(+)	+		+							+	+					+		+			III	4	0.03
T	*Erodium malacoides*		.			+	+	+	1.1	.												+							II	21	0.1
T	*Adonis microcarpus*		+		.		2.1		+	.	1.1																		II	85	0.6
T	*Bupleurum lancifolium*			+			+		+																				I	1	0.007
T	*Galium tricorne*	+		+																									I	0.7	0.005
T	*Teucrium spinosum*	+																											I	0.7	0.005
T	*Euphorbia Helioscopia*																												I	0.7	0.005
T	*Veronica Tournefortii*																												I	0.7	0.005
T	*Papaver hybridum*																												I	0.4	0.003
	Diferenciais da variante basáltica																														
T	*Lupinus angustifolius*										+			+		(+)	+	+	+	+	+			+	+			+	II	4	0.03
T	*Gastridium lendigerum*			+												+			+	1.1	+		+	+		+	+		II	22	0.2
T	*Filago gallica*									.				+				+	+	+				1.1	+			+	II	21	0.1
T	*Rumex bucephalophorus*													+		+	+			+	1.1			2.1				+	II	85	0.6
T	*Cardamine hirsuta*															+		+	+	+	+		+	+					II	3	0.02
T	*Stachys arvensis*									.			+				+				+			+				+	II	2	0.01
T	*Sagina apetala*													+						+	+			+				+	I	2	0.01
T(H)	*Corrigiola littoralis*																			+							+	(+)	I	0.7	0.005
T	*Trifolium striatum*												+									+							I	0.7	0.005
T	*Tolpis umbelata*																		+										I	0.4	0.003
	Características da Aliança (*Secalinion mediterraneum*)																														
T	*Lathyrus Ochrus*	1.1		1.1			+						1.1	1.1	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	(+)	+	V	81	0.6
T	*Ridolfia segetum*	+			2.2		1.1	1.1	1.1				+		+	1.1	+	+		+	+	+	+	+	1.1	+	+	+	V	164	1.1
T	*Filago spathulata*	+	+	+			+													+									II	3	0.02
T	*Specularia hybrida*	+		+					+	.					+	+		+										+	II	4	0.03
T	*Phalaris minor*							1.1									+			+	+		+	+				+	II	21	0.1
T	*Delphinium halteratum*											.		+				+	+		+						(+)	+	II	3	0.02
T	*Galium Valantia*	1.1		1.1							.		+				1.1				+						+	+	II	57	0.4
G	*Allium nigrum*			+			.								(+)			+								+			II	2	0.01
T	*Elatinoides spuria*							+					+		+									+					II	2	0.01
T	*Vicia benghalensis*	+			+																+								I	1	0.007
H	*Anchusa italica*							+														+							I	1	0.007
	Características da Ordem (*Secalinetalia*)																														
T	*Raphanus Raphanistrum*		+		+	+	+	+	.		+			1.1	+	+	+		2.1	+	+	+	2.1	1.1		1.1	+	+	IV	191	1.3
T	*Papaver Rhoeas*	.	+	+	+	2.1	.		.	+	.	+					+		+	+	+		+	+				(+)	III	70	0.5
T	*Lavatera trimestris*	(+)		+	+	.				+						+			+		+		+		+				III	4	0.03
G	*Allium (Ampeloprasum)*			+							.	.	+			+	+		+	+	+		+	+			+		III	4	0.03
T	*Tragopogon hybridus*			+						+								+				+		+					II	3	0.02
G	*Ornithogalum norbonense*			+		+		+	+									+										+	II	2	0.01
T	*Lolium temulentum*				+				+	+															+	+		+	II	2	0.01
T	*Papaver dubium*	.		+						+													+						I	2	0.01
T	*Ranunculus arvensis*					+		+	.	+																		+	I	2	0.01
T	*Nigella damascena*		.		( )	+	.																						I	1	0.007
T	*Medicago Blancheana Bonarotiana*												+																I	0.7	0.005
T	*Anthemis arvensis*																												I	0.4	0.003
	Características da Classe (*Secalinetea*)																														
T	*Avena sterilis*	2.1	3.1	2.1	1.2	1.1	2.2	2.1	2.1	2.2		2.1	1.1	+	1.1	1.1	+	1.1	+	2.1	+	+	+	+	+	+	1.1	1.1	V	809	5.5
T	*Sonchus asper*	.	.			+	+	+				.	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	V	9	0.06
G	*Convolvulus arvensis*	+	1.1		+		1.1	1.1				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V	63	0.4
T	*Bromus rigidus*	+		+	1.1	+	1.1	2.1		.			+	2.1	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+	V	174	1.2
T	*Reseda Luteola*	.		(+)	+	(·)	+	1.1						+		+	+	+	1.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V	44	0.3
T	*Medicago hispida*				1.1	2.1		2.1			+	.	2.1	1.1	2.1	+	+	+	1.1	+		2.1	1.1	1.1	1.1	2.1	1.1	2.1	V	586	4.0
T	*Calendula arvensis*		+	+	+		1.1			+		+		+	+		+		+	+	+	+	1.1	2.1		+	1.1		V	127	0.9
T	*Sinapis arvensis*	+	+	+			.		+	+		.		(+)		+	+	1.1	+		+	+			+	(+)	+	+	IV	26	0.2
T	*Silene fuscata*			+	+	+			+		1.1		+		+	+	1.1	+			+	+	+			+	+	+	IV	44	0.3
T	*Sonchus oleraceus*			+	+	+		2.1					+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+	IV	72	0.5
H	*Rumex pulcher*		:	+	+		.			.			(+)		+		+		+	+	+	+	+			+	+	+	IV	7	0.05
T	*Plantago Psyllium*	.	2.1		.				.					+	+	+	+		+	+	+	+	+	+			1.1	+	IV	89	0.6
T	*Torilis nodosa*	1.1		1.1	+	+	+	.		.					+	1.2	+	+		+		+	+			2.1		+	IV	125	0.9
T	*Phalaris paradoxa*			+	1.2	1.1	.	1.1		1.1	.	.				+	+	+				+	+		+		+		III	78	0.5
T	*Chrysanthemum Myconis*				(+)			2.1	2.1				+	1.1	+	+		+		+	+	+	+	1.1	2.1-2	(+)	+	2.1	III	300	2.0
T	*Anagallis arvensis (s. l.)*	+				+		.		.			+		+			+	+			+	+			+	+	+	III	6	0.04
T	*Chrysanthemum segetum*		1.1		( )		.		+						+		+	+	2.1	+	+		+	2.1		+	+	+	III	152	1.0
T	*Lolium rigidum*	+	1.1	+		+	1.1	.					+		+						+		(+)	1.2			+		III	59	0.4
T	*Stellaria media*		1.1		+	+	+					1.1			+	+	+	+					1.1				+		III	59	0.4
T	*Silene rubella*		:				1.1		.		1.1	.	+								+	+		+			+		III	41	0.3
H	*Rumex crispus*							.						+	+	+		+				(+)	+		+	+			III	4	0.03
G	*Cynodon Dactylon*			+.2	+.2	+.2					.2	.2	.2	+.2	+.2							+.2					+.2	+.2	III	4	0.03
T	*Carduus tenuiflorus*				+		+				.							+	+		+					+	+		II	4	0.03
T	*Echium plantagineum*	.				(+)		.						+					+	(+)			1.1				+	+	II	21	0.1
T	*Mercurialis annua*				2.2		1.1						+		+							(+)		+		+			II	85	0.6
H	*Beta vulgaris*			(·)	1.1										+						+	+	+			+			II	21	0.1
T	*Senecio vulgaris*		1.1			+	.								+				+	+						(+)			II	21	0.1
T	*Ammi majus*		:																												

Fig. 1 — Aspecto do *Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum* variante *basáltica*, próx. de Queluz de Baixo.

Fig. 2 — Aspecto do *Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum* variante *basáltica*, na várzea de Almargem do Bispo (inv. n.º 24).

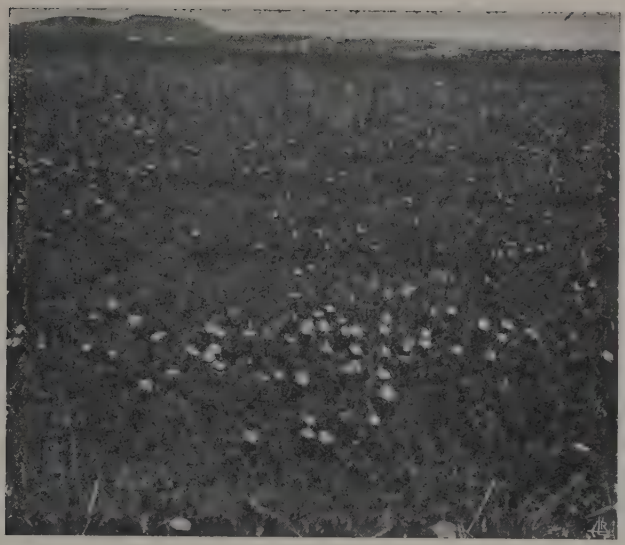


Fig. 1 — Aspecto do *Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum* variante *basáltica*, na várzea de Almargem do Bispo

Fig. 2 — Aspecto do *Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum* facies de *Medicago hispida*, próx. da Amadora.

tivesse passado despercebido ao exame minucioso efectuado. O número apresentado para qualquer das variantes é já, porém, suficiente para a sua caracterização.

A associação enquadra-se bem na aliança *Secalinion mediterraneum* (Br. Bl.) Tx. 1937. Com efeito, o número e homogeneidade do bloco de espécies, tidas na sua maioria, como características dessa aliança ou de associações a ela pertencentes (BRAUN-BLANQUET, ROUSSINE e NÈGRE, 1952) e que no nosso País não devem estar representadas, assim nos levam a concluir.

Certas espécies como *Papaver hybridum*, *Bupleurum lancifolium* e *Galium tricorne* que apresentamos como diferenciais da variante calcária podiam acrescentar-se ao bloco de espécies características da aliança, uma vez que a primeira é considerada característica da *Secalinion mediterraneum* e as duas últimas características de associações desta. Isto pode significar que a aliança em causa se desenvolve mais favoràvelmente em solos alcalinos e se apresenta empobrecida nos solos neutros.

É de admitir que os agrupamentos das searas portuguesas possam vir a situar-se em duas alianças (ou sub-alianças), uma própria dos solos neutros e alcalinos correspondendo, portanto à *Secalinion mediterranenm*, agora considerada, e outra dos solos siliciosos ácidos. A reforçar esta concepção está o facto de BRITO TEIXEIRA (1948) haver verificado a existência de blocos de impurezas exclusivas do trigo e do centeio cuja ocorrência deve, em grande parte, ter explicação na natureza dos solos, os mais ricos, neutros ou alcalinos, reservados, em geral, para o trigo e os siliciosos ácidos para o centeio. Vários autores seguem, com base em idêntica diferenciação ecológica, tal critério sistemático. Assim, SISSING (1950) enquadra as searas dos Países Baixos nas alianças *Sceleranthion annui* que *« apparait sur les sols decalcifiés, généralement riches en élements grossiers »* e *Secalinion* que *« contrairement au Scleranthion a des grandes exigences en ce qui concerne la teneur en calcaire du substrat »* e BRAUN-BLANQUET, ROUSSINE e NÈGRE (1952) cindem a aliança *Secalinion* Br. Bl. 1931, como já KRUSEMAN e VLIEGER (1939) haviam proposto, em duas sub-alianças, uma correspondente à *Secalinion mediterraneum* (Br. Bl.) Tx. (1937) que compreende *« les moissons sur sol calcaire ou calcareo-marneux »* e outra, a *Scleranthion annui* Kr. et Vl. 1939 que *« occupe en Europe moyenne la plupart des champs de céréales sur sols silicieux »*.

A classe *(Secalinetea)* que compreende *« tous les groupements*

végétaux plus ou moins liés aux cultures de céréales et de certaines plantes textiles, comme le lin » (BRAUN-BLANQUET, ROUSSINE et NÈGRE, 1952) e a ordem *(Secalinetalia)*, esta a única representada na França mediterrânica, estão documentadas por elevado número de características (1).

O *Gladioleto-Phalaridetum* apresenta, como mostram os quadros fitosociológicos de ambas as sub-associações, uma forte interferência de espécies dos *Thero-Brachypodietalia*. Se notarmos, porém, que um dos factores de realização do agrupamento é a existência de um pousio e que este e a seara se influenciam mùtuamente, o facto apontado justifica-se. Com efeito, MOLINIER (1939), afirma acerca da ecologia do *Brachypodietum phoenicoidis* que ele *« accompagne généralement les cultures mais il se développe en bordure de ces cultures et des voies de communication d'où il progresse rapidement sur les sols dont la culture est abandonée »*. SOROCEANU (1936) refere, por sua vez, que os agrupamentos dos *Thero-Brachypodietalia « ... succèdent, en général, soit à la dégradation anthropo-zoogène de la garique, soit à des cultures ... »*. Na interferência mútua entre pousio e seara deve ainda residir a justificação do que, paralelamente, foi verificado por BRAUN-BLANQUET, ROUSSINE e NÈGRE (1952): *« ... certaines espèces répandues autour de la Méditerranée dans les groupements les plus divers et surtout dans les Thero-Brachypodietalia, se rattachent de plus en plus strictement aux associations culturales à mesure que l'on progresse vers le haut et vers l'Europe moyenne »*.

Os valores elevados do grau de quantidade que, por vezes, evidenciaram certas espécies permite distinguir os indivíduos onde tal se verificou como pertencendo a facies da sub-associação *Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum*.

Para evitar quebras de harmonia no quadro fitosociológico da sub-associação, entendemos conveniente não incluir aí os inventários

(1) Deve notar-se que algumas das espécies indicadas nos quadros fitosociológicos como características de Aliança, Ordem e Classe o são, apenas, como transgressivas. Como observa, porém, GUINOCHET (1938) a consideração no estudo das associações de *« micromorphes »* e de unidades sistemáticas tendo um valor taxonómico igual ao daquelas mas distinguindo-se, sobretudo, por caracteres ecológico-fisiológicos conduzirá, muito possivelmente, ao desaparecimento de um bom número de características transgressivas. É de crer que, levado mais longe o estudo sistemático de algumas espécies venha pôr em evidência casos desta natureza, também no nosso País, servindo para esclarecer e completar a caracterização dos agrupamentos que aqui ocorrem.

correspondentes aos facies; indicamos, apenas, para cada um — afim de não repetir elencos florísticos semelhantes, na generalidade, ao da sub-associação — a espécie ou grupo de espécies de maior abundância-dominância que os diferenciam:

a) *Facies de Scorpiurus*

4.1-3 *Scorpiurus vermiculata*
2.1 *Scorpiurus subvillosa*

b) *Facies de Scorpiurus vermiculata et Convolvulus tricolor*

3.1-2 *Scorpiurus vermiculata*
3.1-2 *Convolvulus tricolor*

c) *Facies de Medicago hispida*

4.3 *Medicago hispida*

d) *Facies de Convolvulus tricolor et Stachys hirta*

3.1-2 *Convolvulus tricolor*
3.1-2 *Stachys hirta*

e) *Facies de Chrysanthemum Myconis et Medicago hispida*

4.3 *Chrysanthemum Myconis*
3.3 *Medicago hispida*

O *Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum* é um agrupamento que, conforme se deduz do quadro fitosociológico e do diagrama de presença (Fig. 4), onde as espécies «acidentais» (1) não foram consideradas, se apresenta bastante homogéneo, dentro do que é possível exigir-se em vegetação deste tipo.

O manto formado por esta ervagem atinge uma altura elevada (média: 75 cm) e é fechado, como o denota o grau de recobrimento observado (geralmente 100 %).

Quanto à estratificação pudemos notar a existência de dois estratos, nem sempre bem definidos, o superior com: *Melilotus segetalis*, *Avena sterilis*, *Vicia sativa*, *Raphanus Raphanistrum*, *Reseda Luteola*, *Phalaris brachystachys*, *Gladiolus segetum*, etc., e

(1) Sob a designação de «acidentais» incluímos não só as espécies que, em face do significado fitosociológico do termo, assim devem ser consideradas como também as que encontrámos raríssimamente e se nos afigurou desempenharem um papel insignificante no agrupamento descrito.

o inferior com: *Medicago hispida, Medicago rugosa, Leontodon Rothii, Convolvulus tricolor, Medicago scutellata, Scorpiurus vermiculata, Medicago orbicularis,* etc.

A área mínima (1), de grande interesse na diagnose das associações, tem para o agrupamento em causa, como se deduz da curva respectiva (Fig. 5), um valor próximo de 50 m².

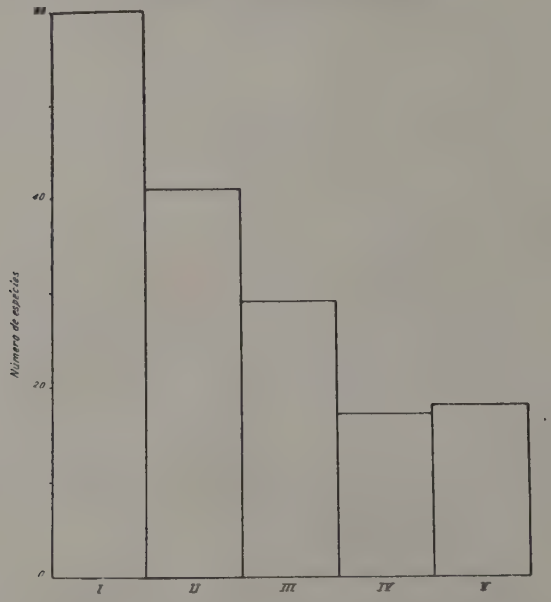


Fig. 4

O número médio de espécies encontradas em 1 m² foi de 29 o que representa, aproximadamente, metade da média relativa à totalidade das espécies presentes nos indivíduos inventariados. Depois, o número aumenta nitidamente com a superfície até cerca de 32 m², área a partir da qual o acréscimo é pouco sensível.

Os espectros biológicos referentes às duas sub-associações, calculados em função do coeficiente de recobrimento, mostram, excluidas as «acidentais» que, aliás, não afectariam sensìvelmente os valores obtidos, a seguinte constituição (Quadro XVI).

A semelhança, aliás de prever, entre os espectros biológicos das duas sub-associações é fàcilmente constatada.

(1) A área mínima foi determinada pelo processo usual e com base nas observações efectuadas em 23 dos indivíduos da sub-associação *Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum.*

Fig. 1 — Aspecto do *Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum* facies de *Convolvulus tricolor*, entre Odivelas e Famões.

Fig. 2 — Aspecto do *Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum* facies de *Chrysanthemum Myconis* et *Medicago hispida*, entre Ramada e Amoreira.

Verifica-se, como era de esperar, um predomínio nítido de terófitos e a presença, em percentagem diminuta, de geófitos e hemicriptófitos. Os geófitos de bolbo e de rizoma concorrem em proporções idênticas para a percentagem total observada. O espec-

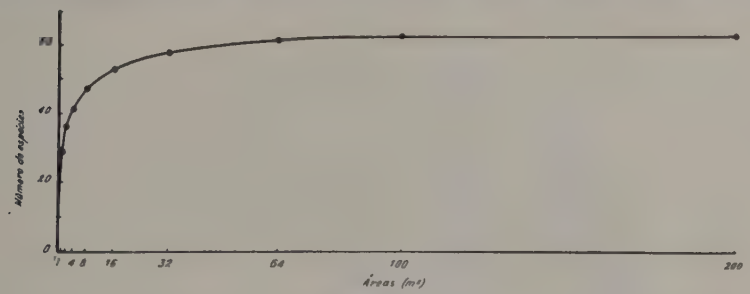


Fig. 5

tro biológico do *Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum* é posto em realce na sua representação gráfica (Fig. 6).

A constituição dos espectros fitogeográficos, que não seria sensivelmente modificada se as espécies «acidentais» fossem incluidas, consta do Quadro XVII.

QUADRO XVI

Formas biológicas	*Gladioleto-Phalaridetum typicum*	*Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum*
Terófitos	91.0 %	95.1 %
Geófitos	5.2	3.7
bolbosos	1.5	1.9
rizomatosos	3.7	1.8
Hemicriptófitos	3.8	1.2

É nítida a semelhança entre os dois espectros. O notório predomínio do elemento mediterrânico é consequência da região estar submetida, como já se viu, a um clima mediterrânico e não lhe deve ser estranha a influência, em tempos remotos, de povos mediterrânicos. Esta feição mediterrânica ainda mais se acentua se notarmos que muitas das espécies cosmopolitas ou tendendo para cosmopolitas são de origem mediterrânica e que a percentagem de

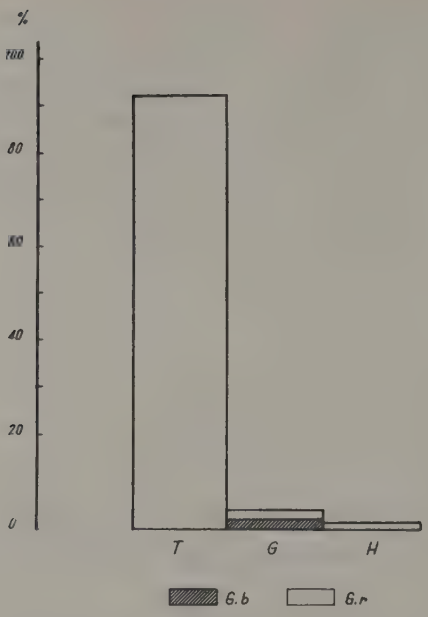


Fig. 6

QUADRO XVII

Espécies	*Gladioleto-Phalaridetum typicum*	*Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum*
Mediterrânicas	60.0 %	56.1 %
Mediterrânicas típicas . . .	52.6	49.4
Mediterrânicas ocidentais . .	7.4	6.7
Mediterrânico-atlânticas	10.4	9.2
Sub-atlânticas	—	1.2
Euro-siberianas	1.5	1.8
Cosmopolitas, pluriregionais e espécies de larga distribuição . . .	27.8	31.7
Cosmopolitas, pluriregionais e espécies de larga distribuição pròpriamente ditas .	21.4	22.6
Mediterrânicas tendendo para cosmopolitas	5.2	6.7
Euro-siberianas tendendo para cosmopolitas	1.2	2.4

mediterrânico-atlânticas é apreciável Lugar de destaque ocupam também as cosmopolitas o que não é de estranhar porquanto a acção antropogénea, preponderante na realização dos agrupamentos culturais, favorece a ocorrência de espécies com este significado fitogeográfico.

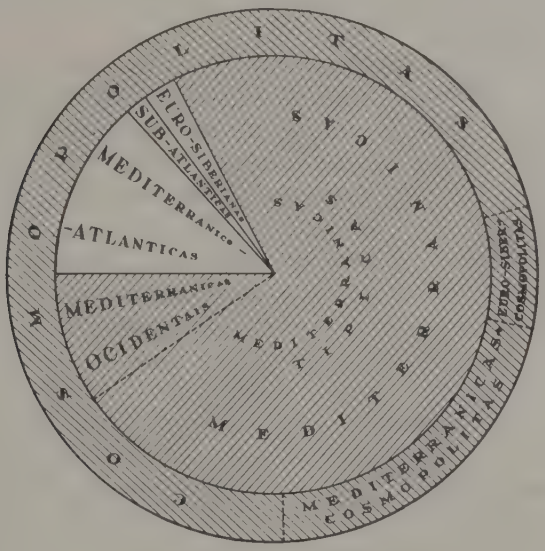


Fig. 7

A exígua percentagem das espécies sub-atlânticas mostra, sobretudo se atendermos à posição geográfica da região, a acção limitante do clima no que se refere à distribuição geográfica das espécies.

O espectro fitogeográfico da sub-associação das ervagens torna-se mais evidente na sua representação gráfica (Fig. 7).

Foquemos agora, em síntese, as condições culturais e edáficas que determinaram a realização do *Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum.*

A sub-associação compreende ervagens que alternam com a cultura do trigo. Para esta realiza-se, normalmente, um alqueive, uma estrumação, com um intervalo de dois ou quatro anos, e uma ou duas mondas. A terra fica armada em «camalhão saloio» que, embora esbatido, subsiste no ano de pousio. As ervagens destinam-se quase totalmente a fenação que é, em regra, efectuada sobre o

terreno. A ceifa é feita tardiamente quando a frutificação vai já adiantada (vagens de *Melilotus segetalis* já começando a amarelecer) o que, conjugado com as manipulações a que o feno é submetido, provoca uma disseminação intensa. São rarissimamente mondadas e, apenas, quando se destinam a venda. Os restolhos de trigo e de feno são, normalmente, aproveitados sob a forma de pastagem temporária.

O *Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum* ocorreu em solos neutros e alcalinos (pH variando entre 6.6 e 8.3) com textura que vai de franca a argilosa. Certas particularidades edáficas, sobretudo o pH, estão na base da realização das duas variantes consideradas. Assim os «indivíduos» da variante basáltica foram observados em solos castanho-avermelhados de basalto (fase normal e fase profunda) e nos barros pretos, com textura argilosa e classe 7.3-6.6 de pH, enquanto que a variante calcária ocorreu em solos vermelhos de calcário, pardos florestais com calcário e, também, em solos castanho-avermelhados de basalto mas com calcário no material originário, com textura franca a argilosa e classe 8.3-7.4 de pH.

Os facies diferenciam-se ecològicamente da sub-associação por corresponderem a solos de menor espessura e serem, talvez, influenciados por uma cultura menos cuidada do cereal (alqueive e estrumação menos frequentes) e intervindo menos regularmente. Assim, no que se refere ao seu edafismo, ocorreram todos na fase delgada dos solos castanho-avermelhados de basalto com excepção do de *Convolvulus tricolor* que foi observado num solo vermelho de calcário, mas também delgado.

O factor humano comporta-se, portanto, como o determinante essencial deste agrupamento, cabendo ao factor edáfico a responsabilidade da ocorrência das duas variantes.

Nem sempre é fácil, mesmo que a vegetação duma determinada área esteja completamente conhecida, reconstituir as séries evolutivas que a seu tempo e sincrònicamente com a maturação do solo conduzem às associações clímaces.

O *Gladioleto-Phalaridetum* de evidente carácter segetal teve a sua génese nos remotos tempos em que a agricultura, assente numa prévia destruição da vegetação primitiva, ocupou o território. Ele prevalece enquanto se mantiver a intervenção constante e regular do Homem pela cultura. Um abandono desta conduziria, evidentemente, a uma substituição lenta e gradual do agrupamento,

QUADRO XVIII

GLADIOLETO-PHALARIDETUM MELILOTETOSUM

Variante	CALCÁRIA						BASÁLTICA									CALCÁRIA		BASÁLTICA	
Inventário n.º	2	3	6	7	8	9	12	13	15	20	21	22	23	24	27	M	s_M	M	s_M
Verde (kg m²)	2.000	2.500	3.000	3.000	2.500	3.000	2.250	2.000	1.750	2.250	4.000	2.500	2.000	3.500	2.000	2.660	± 0.17	2.470	0.25
Feno (kg m²)	0.671	0.666	0.888	0.714	0.564	0.837	0.380	0.472	0.441	0.499	0.949	0.670	0.503	0.673	0.419	0.723	± 0.07	0.556	0.06
Grupo papilionáceo (% de feno)	46.3	66.3	62.50	44.1	42.24	67.8	76.5	80.1	69.6	77.8	76.1	62.8	80.7	74.3	66.8	54.90	± 4.83	73.85	± 2.07
Grupo graminóide (% de feno)	43.9	25.5	31.9	34.3	42.5	29.3	7.1	10.4	5.9	10.6	17.4	4.3	1.8	1.6	7.5	34.57	± 3.25	7.40	± 1.65
Grupo acessório (% de feno)	9.8	8.2	5.6	21.6	15.1	2.9	16.4	9.5	24.5	11.6	6.5	32.9	17.5	24.1	25.7	10.53	± 2.78	18.74	± 2.89
Proteína bruta	11.12	13.19	12.06	10.44	12.37	11.44	15.88	13.06	14.00	14.00	13.94	13.31	13.00	16.06	14.94	11.77	± 0.40	14.24	± 0.38
Gordura bruta	2.89	2.52	2.48	2.35	3.08	1.98	3.01	2.37	2.50	2.27	2.65	3.12	2.73	2.71	2.53	2.55	± 0.16	2.65	± 0.10
Lenhoso (= Celulose bruta)	30.24	30.78	30.68	33.22	29.03	33.53	28.91	27.02	27.91	28.47	30.78	35.54	25.68	30.75	29.33	31.25	± 0.72	29.37	± 0.94
Cinzas	7.84	9.87	8.77	9.39	9.75	7.62	10.77	9.85	10.05	8.27	9.02	7.47	11.22	11.50	11.45	8.87	± 0.15	9.95	± 0.48
Substâncias extractivas não azotadas	47.91	43.64	46.01	44.60	45.77	45.43	41.43	47.70	45.54	46.99	43.61	40.56	47.37	38.98	41.75	45.56	± 0.59	43.77	± 1.08
Proteína pura	7.48	8.56	8.46	7.56	8.17	7.88	10.87	9.13	10.12	9.69	10.12	10.19	9.03	10.44	10.56	8.02	± 0.18	10.02	± 0.21
Não-proteína	3.64	4.63	3.60	2.88	4.20	3.56	5.01	3.93	3.88	4.31	3.82	3.12	3.97	5.62	4.38	3.75	± 0.24	4.22	± 0.24
Proteína pura / Proteína bruta	0.67	0.65	0.70	0.72	0.66	0.69	0.68	0.61	0.72	0.69	0.73	0.77	0.69	0.65	0.71	0.68	± 0.01	0.69	± 0.01
Proteína verdadeira (*Barnstein*)	9.88	10.69	9.87	9.13	10.19	9.94	12.88	11.06	11.62	12.31	11.69	10.88	11.75	12.63	12.63	9.95	± 0.21	11.93	± 0.24
«Amidas»	1.24	2.50	2.19	1.31	2.18	1.50	3.00	2.00	2.38	1.69	2.25	2.43	1.25	3.43	2.31	1.82	± 0.22	2.31	± 0.22
Proteína verdadeira / Proteína bruta	0.89	0.81	0.82	0.87	0.82	0.87	0.81	0.85	0.83	0.88	0.84	0.82	0.90	0.79	0.85	0.85	± 0.01	0.84	0.01
Proteína indigestível	1.94	3.94	2.12	2.50	2.12	2.12	3.31	3.06	3.06	3.12	2.63	2.94	2.56	3.06	3.62	2.46	± 0.31	3.04	± 0.11
Proteína digestível	9.18	9.25	9.94	7.94	10.25	9.32	12.57	10.00	10.94	10.88	11.31	10.37	10.44	13.00	11.32	9.31	± 0.33	11.20	± 0.33
Proteína digestível / Proteína bruta	0.83	0.70	0.82	0.76	0.83	0.81	0.79	0.77	0.78	0.78	0.81	0.78	0.80	0.81	0.76	0.79	± 0.02	0.79	± 0.01
Areia	0.75	0.97	0.12	0.75	0.98	0.14	0.86	0.56	0.50	0.28	0.88	0.28	0.90	1.01	0.86	0.62	± 0.17	0.68	± 0.09
Cinzas sem «areia»	7.09	8.90	8.65	8.64	8.77	7.48	9.91	9.29	9.55	7.99	8.14	7.19	10.32	10.49	10.59	8.25	± 0.31	9.27	± 0.41
Fósforo (em P)	0.90	0.56	0.92	1.00	1.14	0.85	1.06	1.14	1.38	1.41	1.30	0.78	1.06	1.02	1.65	0.89	± 0.08	1.20	± 0.09
Cálcio (em Ca)	1.16	1.66	2.15	1.50	1.55	1.11	1.82	1.34	1.71	1.85	1.53	1.02	1.65	1.78	1.88	1.52	± 0.15	1.62	± 0.09
Ca / P	1.28	2.96	2.34	1.50	1.36	1.31	1.72	1.17	1.24	1.31	1.18	1.31	1.56	1.74	1.14	1.79	± 0.28	1.37	± 0.08
U. F. / kg	0.51	0.49	0.50	0.47	0.51	0.49	0.51	0.52	0.50	0.52	0.50	0.48	0.53	0.49	0.49	0.49	± 0.01	0.50	± 0.01
U. F. / m²	0.31	0.27	0.39	0.30	0.25	0.36	0.17	0.22	0.20	0.23	0.42	0.28	0.23	0.29	0.18	0.31	± 0.02	0.25	± 0.02

com consequente e progressivo empobrecimento em espécies dos *Secalinetea*, por uma vegetação que viria a situar-se na ordem *Thero-Brachypodietalia*. Isto, por vezes, só não é atingido, porque a nova chamada dessas «estações» à cultura provocará a reinstalação da vegetação segetal.

Assim, a interferência não contínua, embora mais ou menos uniforme, do Homem, determina a existência de uma luta constante entre os factores perturbadores e as tendências naturais para a regeneração da vegetação climácica. Sob tais condições, a vegetação tende a desenvolver-se ora numa ora noutra direcção sem que atinja essa finalidade. Estamos certamente, em face do que MEIJER DREES (1951) sugere que se designe por ecocline: *« unstable communities between two stable ones due to disturbing factors »* e que pode ser indicado, do ponto de vista sistemático, acrescenta o autor, pelas suas *limiting associations*. Estas seriam, no nosso caso, associações pertencentes à *Secalinetalia* e à *Thero-Brachypodietalia*.

Os pousios longos dos solos esqueléticos de basalto que tivemos ocasião de estudar, aproveitados como pastagem, são um exemplo frisante a este respeito. Comportam-se, realmente, como um ecocline situado entre a *Thero-Brachypodietalia*, (sobretudo na sua aliança *Thero-Brachypodion*) representada por numerosas espécies e a *Secalinetalia* (em especial *Secalinion mediterraneum*) marcando ainda nítida influência. A tolerância à neutralidade evidenciada por certas espécies dos *Helianthemetalia guttati* poderá explicar ali a ocorrência de numerosos elementos desta ordem.

Em face das condições edáficas inerentes ao *Gladioleto-Phalaridetum* e das exigíveis pela aliança *Thero-Brachypodion* que *« se contente de mauvais sols, superficiels, très secs, provenant généralement de la dégradation de garigues »* e pela *Brachypodion phoenicoidis* que *« préfere des sols plus profonds, moins secs et d'une meilleure qualité »* (SOROCEANU, 1936) podemos ir mais longe, afirmando que a evolução do agrupamento em causa conduziria, a seu tempo, a uma vegetação que dentro da ordem *Thero-Brachypodietalia* se situaria, possìvelmente, na aliança *Brachypodion phoenicoidis*. No caso dos solos esqueléticos de basalto esta aliança só se fixaria com a progressiva maturação do solo, após a realização de agrupamentos da *Thero-Brachypodion*.

A vegetação da aliança *Brachypodion phoenicoidis*, ou afim, tenderá muito possivelmente, para o « Quercetum cocciferae olisiponensis » descrito por GRANDVEAUX BARBOSA (1945), dada a influência

daquela aliança neste agrupamento, e, aliás, paralelamente ao que acontece no Languedoc (SOROCEANU, 1936)..

Ainda segundo GRANDVEAUX BARBOSA (l. c.) e o resultado das nossas próprias observações, atendendo aos vestígios da vegetação

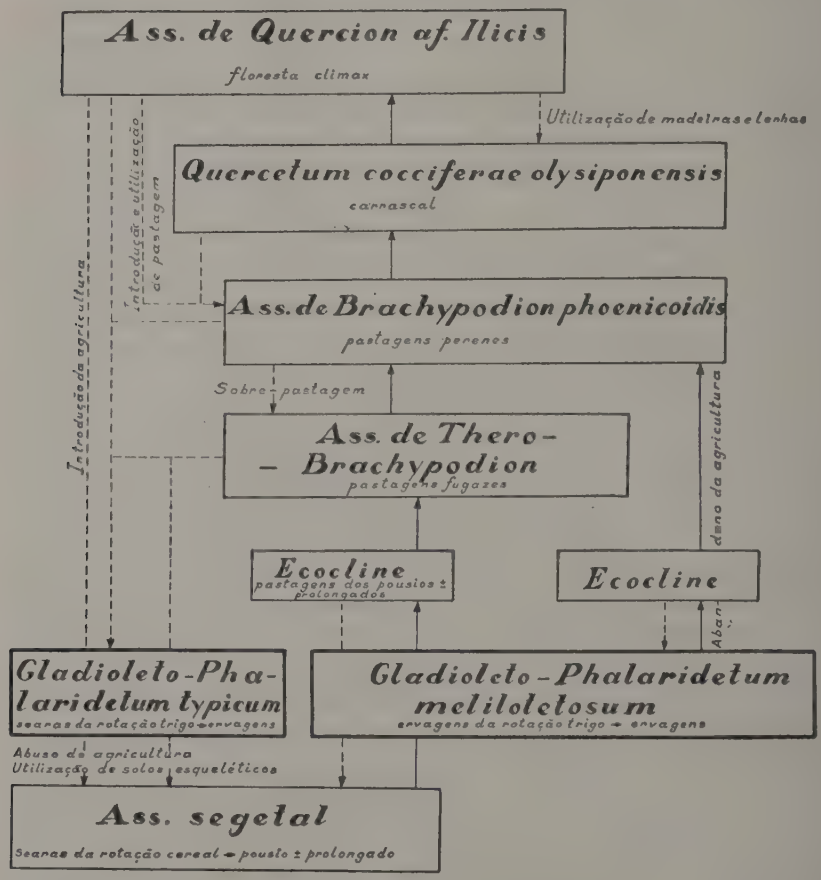


Fig. 8

natural ainda existentes, às comunidades de *Quercus coccifera* sucederia, finalmente, a associação climax em que as *Quercus Ilex ssp. rotundifolia* e *Quercus faginea* estariam representadas, que deve situar-se numa aliança afim e paralela, raça geográfica vicariante da *Quercion ilicis* Br. Bl.

O esquema (Fig. 8) sintetiza as considerações feitas.

IV — PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS ERVAGENS

Devido ao estudo da produção e a análise química terem sido efectuadas, como já se disse, com base em parcela-amostras de 1 m^2 e esta área conter, aproximadamente, metade do número das espécies presentes na área mínima da sub-associação impõe-se, em primeiro lugar, saber quais as espécies que mais frequentemente concorrem para a constituição dessas amostras, porquanto são elas as mais responsáveis pelos valores verificados nas referidas análises. O recobrimento em % permite-nos indicar, com uma certa aproximação, que essas espécies (ordenadas segundo os valores decrescentes daquele) são no grupo papilionáceo: *Melilotus segetalis, Vicia sativa, Medicago hispida, Medicago rugosa* e *Medicago scutellata;* no grupo graminóide: *Avena sterilis, Bromus rigidus* e *Scleropoa rigida* e no grupo acessório: *Sherardia arvensis, Chrysanthemum Myconis, Leontodon Rothii, Convolvulus tricolor, Oxalis pes-caprae, Cichorium endivia ssp. pumilum, Raphanus Raphanistrum, Picris echioides, Ridolfia segetum, Chrysanthemum segetum, Euphorbia pterococca, Calendula arvensis.*

O Quadro XVIII agrupa os valores resultantes das análises da produção e química efectuadas em amostras de 6 «indivíduos» da variante calcária e em 9 da basáltica da sub-associação em estudo, acompanhados de suas médias (M) e desvios padrões das médias (s_M). Indicamos, também, nesse quadro o número de unidades forrageiras (U. F.) por quilograma e por metro quadrado.

O exame estatístico da diferença entre as médias (1) das produções quantitativas das variantes calcária e basáltica (Quadro XIX) revela que a produção quantitativa global em verde e em feno e a do grupo acessório não diferem significativamente ao contrário do que sucede com as produções dos grupos papilionáceo e graminóide.

A produção respeitante ao grupo papilionáceo, superando a dos outros grupos em ambas as variantes, é superior na variante basáltica enquanto que a do grupo graminóide é maior na variante calcária. A produção do grupo acessório — cujas médias apresen-

(1) A apreciação da significância da diferença entre duas médias efectuou-se recorrendo ao método estatístico, fazendo o teste de t. Para as relações (proteína pura/proteína bruta, proteína verdadeira/proteína bruta, etc.), por exigirem um processo mais complexo de significância, o teste usado dará apenas indicações aproximadas.

QUADRO XIX

	Diferença entre as médias (D)	s_D	t
Verde (kg/m²)	0.19	± 0.30	0.63
Feno (g/m²)	166.80	± 96.60	1.73
Grupo papilionáceo (% de feno)	— 18.95	± 5.25	3.61*
Grupo graminóide (% de feno)	27.17	± 3.64	7.46**
Grupo acessório (% de feno)	— 8.21	± 4.01	2.05

* muito significativo ** altamente significativo

QUADRO XX

	D	S_D	t
Proteína bruta	— 2.47	± 0.55	4.49···
Gordura bruta	— 0.10	± 0.19	1.39
Lenhoso (= Celulose bruta)	1.88	± 1.19	1.50
Cinzas	— 1.08	± 0.51	2.01
Substâncias extractivas não azotadas	1.79	± 1.23	1.46
Proteína pura	— 2.00	± 0.28	7.14···
«Não proteína»	— 0.47	± 0.35	1.36
Proteína pura / Proteína bruta	— 0.01	± 0.02	0.56
Proteína verdadeira (*Barnstein*)	— 1.98	± 0.32	6.18···
«Amidas»	— 0.49	± 0.31	1.59
Proteína verdadeira / Proteína bruta	0.01	± 0.02	0.56
Proteina indigestível	— 0.58	± 0.32	1.81
Proteína digestível	— 1.89	± 0.47	4.05··
Proteína digestível / Proteína bruta	0.00	± 0.02	0.00
«Areia»	— 0.06	± 0.20	0.30
Cinzas sem «areia»	— 1.02	± 0.52	1.97
Fósforo (em P)	— 0.31	± 0.12	2.65·
Cálcio (em Ca)	— 0.10	± 0.18	0.55
Ca/P	0.42	± 0.29	1.44
U. F./kg	— 0.01	± 0.01	1.00
U. F./m²	0.06	± 0.03	2.00

t (tabelar):

Para P=0.001 t=4.22
Para P=0.01 t=3.01
Para P=0.05 t=2.16

· significativo
·· muito significativo
··· altamente significativo

D — diferença entre as médias das variantes calcária e basáltica

Fig. 1 — Aspecto do *Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum* no início de desenvolvimento, entre Queluz de Baixo e Barcarena. A estaca assinala que o período de pastagem temporária terminou.

Fig. 2 — Meda de feno, na Amadora.

QUADRO XXI

GLADIOLETO-PHALARIDETUM MELILOTETOSUM

Grupo	PAPILIONÁCEO					GRAMINÓIDE					ACESSÓRIO					Grupo Papilionáceo		Grupo Graminóide		Grupo Acessório	
Variante	Calcária		Basáltica			Calcária		Basáltica			Calcária		Basáltica								
Inventário n.º	6	8	21	22	27	6	8	21	22	27	6	8	21	22	27	M	s_M	M	s_M	M	s_M
Proteína bruta	15.74	16.03	15.30	13.56	15.56	6.33	7.72	6.92	8.50	8.69	11.24	11.12	6.94	10.69	12.56	15.24 ± 0.43		7.63 ± 0.45		10.51 ± 0.94	
Gordura bruta	2.59	2.54	2.49	2.35	2.44	2.51	2.61	3.04	2.35	2.62	3.11	3.30	2.16	3.83	3.44	2.48 ± 0.04		2.63 ± 0.11		3.17 ± 0.28	
Lenhoso (= Celulose bruta)	27.86	26.40	28.00	32.24	28.60	33.69	30.60	32.73	31.40	30.55	27.38	25.05	33.58	36.51	24.11	28.62 ± 0.97		31.79 ± 0.61		29.33 ± 2.44	
Cinzas	8.08	10.80	7.47	6.70	9.67	6.66	8.87	9.53	8.73	9.42	9.43	11.29	10.30	8.30	13.57	8.54 ± 0.75		8.64 ± 0.52		10.58 ± 0.86	
Substâncias extractivas não azotadas	45.73	44.23	46.74	45.15	43.73	50.81	50.20	47.78	49.02	48.72	48.84	49.24	47.02	40.67	46.32	45.12 ± 0.53		49.31 ± 0.54		46.41 ± 1.54	
Proteína pura	9.96	10.62	10.32	10.62	10.00	4.06	4.62	4.82	5.12	5.75	7.80	8.06	5.17	8.04	10.37	10.30 ± 0.15		4.87 ± 0.28		7.88 ± 0.65	
«Não-proteína»	5.78	5.41	4.98	2.94	5.56	2.27	3.10	2.10	3.38	2.94	3.34	3.06	1.77	2.65	2.19	4.93 ± 0.52		2.76 ± 0.25		2.62 ± 0.30	
Proteína pura / Proteína bruta	0.63	0.66	0.67	0.76	0.64	0.64	0.60	0.70	0.61	0.66	0.69	0.72	0.74	0.75	0.83	0.67 ± 0.02		0.64 ± 0.02		0.75 ± 0.02	
Proteína verdadeira (*Barnstein*)	12.62	13.12	12.42	12.50	12.56	5.08	5.50	5.76	5.56	6.88	9.32	9.36	6.04	8.38	11.75	12.64 ± 0.12		5.96 ± 0.33		8.97 ± 0.92	
«Amidas»	3.12	2.91	2.83	1.06	3.00	1.25	2.22	1.16	1.94	1.81	1.92	1.76	0.90	2.31	0.81	2.60 ± 0.38		1.67 ± 0.20		1.54 ± 0.29	
Proteína verdadeira / Proteína bruta	0.80	0.82	0.81	0.92	0.81	0.80	0.71	0.83	0.77	0.79	0.83	0.84	0.87	0.78	0.93	0.83 ± 0.02		0.78 ± 0.02		0.85 ± 0.02	
Proteína indigestível	2.83	2.94	2.64	2.88	2.94	1.23	1.31	1.34	2.31	1.62	2.72	2.25	2.69	3.00	5.00	2.85 ± 0.05		1.56 ± 0.20		3.14 ± 0.49	
Proteína digestível	12.91	13.09	12.66	10.68	12.62	5.10	6.41	5.58	6.19	7.07	8.52	8.87	4.25	7.69	7.50	12.39 ± 0.44		6.06 ± 0.34		7.37 ± 0.82	
Proteína digestível / Proteína bruta	0.82	0.82	0.83	0.79	0.81	0.81	0.84	0.81	0.73	0.81	0.76	0.80	0.61	0.72	0.60	0.81 ± 0.01		0.80 ± 0.02		0.70 ± 0.04	
«Areia»	0.26	0.96	0.82	0.36	0.65	2.00	1.93	5.66	3.50	4.07	0.35	0.40	0.60	0.28	0.40	0.61 ± 0.13		3.43 ± 0.69		0.41 ± 0.05	
Cinzas sem «areia»	7.82	9.84	6.65	6.34	9.02	4.66	6.94	3.87	5.23	5.35	9.08	10.89	9.70	8.02	13.17	7.93 ± 0.67		5.21 ± 0.51		10.17 ± 0.88	
Fósforo (em P)	0.94	1.21	1.46	0.82	0.84	0.97	0.98	1.31	0.93	2.11	1.16	1.62	1.10	0.73	1.89	1.05 ± 0.10		1.26 ± 0.22		1.30 ± 0.20	
Cálcio (em Ca)	2.89	2.72	1.72	1.23	2.16	0.68	0.85	0.46	0.69	0.74	2.25	2.22	1.54	1.41	1.76	2.14 ± 0.31		0.68 ± 0.06		1.84 ± 0.17	
Ca / P	3.07	2.25	1.18	1.50	2.52	0.70	0.87	0.35	0.74	0.35	1.93	1.37	1.40	1.93	0.93	2.10 ± 0.34		0.60 ± 0.11		1.51 ± 0.19	
U. F. / kg	0.56	0.56	0.57	0.53	0.55	0.36	0.38	0.36	0.37	0.37	0.39	0.40	0.34	0.35	0.38	0.55 ± 0.01		0.37 ± 0.00		0.37 ± 0.01	

tam uma diferença muito próxima da significância — é, por sua vez, maior na variante basáltica não sendo, portanto, a diminuta produção em gramíneas totalmente compensada pela maior produção em leguminosas. É sobretudo a *Avena sterilis* que determina a maior produção do grupo graminóide na variante calcária, porquanto é a gramínea de maior recobrimento em percentagem na sub-associação (Quadro XV) e o seu coeficiente de recobrimento

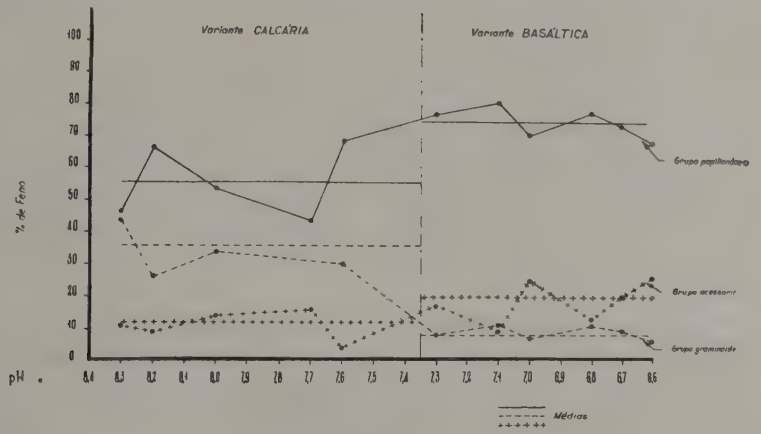


Fig. 9

nessa variante (1546) é nitidamente superior ao da variante basáltica (302).

A produção de cada um dos grupos na sub-associação em causa, especialmente no que se refere aos grupos papilionáceo e graminóide, reflecte, duma forma visível, a variação do pH do solo, conforme se deduz da análise do gráfico (Fig. 9) que relaciona essas duas variáveis. A correlação existente era, aliás, de prever dada a diferença entre as produções dos grupos nas duas variantes, referida anteriormente, conjugada com o facto de estas terem como base ecológica diferenciável, sobretudo, os valores assumidos por tal característica edáfica.

Verifica-se que a produção do grupo papilionáceo tende a aumentar quando o pH decresce enquanto que a do grupo graminóide cresce com aquele. A produção do grupo acessório é sensivelmente mais elevada na zona de menores valores de pH.

No que respeita à composição química das ervagens das duas variantes verifica-se diferirem significativamente (Quadro XX) os

teores médios de proteína bruta, proteína pura (pelo ácido acético), proteína verdadeira *(Barnstein)*, proteína digestível e fósforo, revelando-se superiores, todos eles, na variante basáltica.

Os números médios de unidades forrageiras, quer por unidade de peso quer por unidade de superfície, não diferem significativamente; contudo, a maior riqueza significativa das ervagens da variante basáltica, sobretudo em proteína digestível que, como se sabe, é factor tomado em muita consideração nos arraçoamentos, confere-lhes uma melhor «qualidade».

A composição química dos grupos papilionáceo, graminóide e acessório e a significação estatística da diferença entre os teores médios dos diversos constituintes constam dos Quadros XXI e XXII.

De uma maneira geral, observa-se que os grupos papilionáceo e graminóide apresentam características análogas às das leguminosas e gramíneas, estremes, consideradas por MERCÊS DE MELLO (1950) no seu estudo.

O grupo papilionáceo é aquele que apresenta maior valor enquanto que o graminóide é o de pior qualidade. Verifica-se para o grupo graminóide que os dois elementos *N* e *Ca*, que juntamente com o *P* são reconhecidos como importantes critérios de qualidade, apresentam valores médios significativamente mais baixos o que aliado ao facto de este grupo se mostrar superior no componente lenhoso (= celulose bruta) em relação aos grupos papilionáceo e acessório, embora quanto a este não significativamente, justifica a apreciação feita.

Os desvios padrões das médias, geralmente mais elevados no grupo acessório, permitem atribuir uma maior variabilidade aos valores assumidos pelos diversos constituintes neste grupo. Isto, porém, não é de estranhar porquanto o facto de este grupo ser aquele que está representado por maior número de espécies na sub-associação em causa determina que o conjunto de espécies que concorrem para a sua constituição difira bastante de «indivíduo» para «indivíduo».

Os valores acusados para este grupo no que se refere aos constituintes proteína bruta, Ca e P mostram-nos que algumas das suas espécies devem apresentar superior valor alimentar, porventura devido ao estado fenológico no momento de corte, senão ainda por outros motivos.

A análise química de amostras de «indivíduos» pertencentes

QUADRO XXII

	Papilionáceo / Graminóide			Papilionáceo / Acessório			Graminóide / Acessório		
	D	s_D	t	D	s_D	t	D	s_D	t
Proteína bruta	7.61	± 0.63	12.01···	4.73	± 1.04	4.54··	— 2.88	± 1.05	2.74·
Gordura bruta	— 0.15	± 0.12	1.25	— 0.69	± 0.28	2.46·	— 0.54	± 0.30	1.80
Lenhoso (= Celulose bruta)	— 3.17	± 1.15	2.76·	— 0.71	± 2.63	0.27	2.46	± 2.51	0.98
Cinzas	— 0.10	± 0.91	0.11	— 2.04	± 1.14	1.79	— 1.94	± 1.01	1.92
Substâncias extractivas não azotadas	— 4.19	± 0.76	5.51···	— 1.29	± 1.63	0.79	2.90	± 1.63	1.78
Proteína pura	5.43	± 0.32	16.97···	2.42	± 0.67	3.61··	— 3.01	± 0.71	4.24··
« Não-proteína »	2.17	± 0.57	3.80··	2.31	± 0.60	3.84··	0.14	± 0.39	0.36
Proteína pura / Proteína bruta	0.03	± 0.03	1.00	— 0.08	± 0.03	2.66·	— 0.11	± 0.03	3.66··
Proteína verdadeira (*Barnstein*)	6.68	± 0.36	18.55···	3.67	± 0.93	3.94··	— 3.01	± 0.99	3.04·
« Amidas »	0.93	± 0.44	2.11	1.06	± 0.48	2.21	0.13	± 0.35	0.37
Proteína verdadeira / Proteína bruta	0.05	± 0.03	1.67	— 0.02	± 0.03	0.61	— 0.07	± 0.03	2.19
Proteína indigestível	1.29	± 0.21	6.14···	— 0.29	± 0.49	0.59	— 1.58	± 0.53	2.98·
Proteína digestível	6.32	± 0.55	11.49···	5.02	± 0.93	5.40···	— 1.30	± 0.89	1.46
Proteína digestível / Proteína bruta	0.01	± 0.02	0.50	0.11	± 0.04	2.68·	0.10	± 0.04	2.27
« Areia »	— 2.82	± 0.71	3.97··	0.20	± 0.14	1.43	3.02	± 0.70	4.31··
Cinzas sem « areia »	2.72	± 0.84	3.24·	— 2.24	± 1.10	2.04	— 4.96	± 1.01	4.91··
Fósforo (em P)	— 0.21	± 0.24	0.87	— 0.25	± 0.23	1.09	— 0.04	± 0.30	0.13
Cálcio (em Ca)	1.46	± 0.32	4.56··	0.30	± 0.35	0.86	— 1.16	± 0.18	6.44···
Ca / P	1.50	± 0.36	4.17··	0.59	± 0.39	1.51	— 0.91	± 0.22	4.23··
U. F. / kg	0.18	± 0.01	22.50···	0.18	± 0.01	13.80···	0.00	± 0.01	0.00

t (tabelar):

Para P = 0.001 t = 5.04
Para P = 0.01 t = 3.36
Para P = 0.05 t = 2.31

· significativo
·· muito significativo
··· altamente significativo

à variante calcária e basáltica permite indicar, com respeito a grupos, que o teor em Ca é sensìvelmente superior para os grupos papilionáceo e acessório na variante calcária, não se notando nítida

QUADRO XXIII

GLADIOLETO-PHALARIDETUM MELILOTETOSUM

FACIES	*Scorpiurus*	*Scorpiurus vermiculata* et *Convolvulus tricolor*	*Medicago hispida*	*Chrysanthemum Myconis* et *Medicago hispida*	*Convolvulus tricolor*
Verde (kg/m²)					
Feno (kg/m²)	0.666	0.359	0.313	0.475	0.229
Grupo papilionáceo (% de feno)	52.5	47.6	7.5	40.2	0.8
Grupo graminóide (% de feno)	1.1	3	3.2	9	14.4
Grupo acessório (% de feno)	46.4	49.4	21.8	50.8	84.8
Proteína bruta	16.56	13.56	17.81	9.06	9.12
Gordura bruta	2.79	2.58	2.83	3.35	4.32
Lenhoso (= Celulose bruta)	18.78	19.74	21.82	29.22	25.30
Cinzas	12.93	13.18	13.63	9.75	12.20
Substâncias extractivas não azotadas	48.94	50.94	43.91	48.62	49.06
Proteína pura	11.55	10.04	11.56	6.70	6.69
«Não-proteína»	5.01	3.52	6.25	2.36	2.43
Proteína pura/Proteína bruta	0.70	0.74	0.65	0.74	0.73
Proteína verdadeira (*Barnstein*)	13.40	11.44	14.19	7.98	7.81
«Amidas»	3.16	2.12	3.62	1.08	1.31
Proteína verdadeira/Proteína bruta	0.81	0.84	0.80	0.88	0.86
Proteína indigestível	4.19	4.06	3.69	2.87	3.62
Proteína digestível	12.37	9.50	14.12	6.19	5.50
Proteína digestível/Proteína bruta	0.75	0.70	0.79	0.68	0.60
«Areia»	0.80	1.81	2.00	1.67	0.92
Cinzas sem «areia»	12.13	11.37	11.63	8.08	11.28
Fósforo (em P)	0.92	0.84	1.02	0.44	1.18
Cálcio (em Ca)	1.94	1.52	1.87	1.49	1.83
Ca/P	2.11	1.81	1.83	3.39	1.55
U. F./kg	0.55	0.53	0.63	0.49	0.51
U. F./m²	0.32	0.19	0.19	0.23	0.11

Fig. 1 — Enfardamento do feno. Observe-se o «monte» de «sementes» que se destacam quando da realização desta operação. Próx. de Linda-a-Velha.

Fig. 2 — Limpeza das «sementes», na Amadora.

diferença no graminóide, e que o teor em P não acusa qualquer diferença (Quadro XXI).

Como já se referiu, a variante basáltica apresenta, em relação à variante calcária, produções médias dos grupos papilionáceo e acessório significativamente maiores e uma produção de gramíneas significativamente menor. Este facto, atendendo a que os teores médios dos valores analíticos das proteínas são significativamente inferiores no grupo graminóide, embora o referente à proteína digestível só o seja em relação ao grupo papilionáceo, permite agora compreender que estes constituintes apresentem valores médios significativamente superiores na variante basáltica.

Os resultados das análises da produção e química dos facies de *Scorpiurus*, *Scorpiurus vermiculata* et *Convolvulus tricolor*, *Medicago hispida*, *Chrysanthemum Myconis* et *Medicago hispida* e de *Convolvulus tricolor* estão agrupados no Quadro XXIII.

O facto de o estudo efectuado incidir para cada facies apenas num único «indivíduo», não nos permite generalizar uma apreciação. Notemos, contudo, que os «indivíduos» dos facies de *Scorpiurus*, de *Scorpiurus vermiculata* et *Convolvulus tricolor* e de *Medicago hispida* mostram possuir notável valor alimentar. Justifica-se assim o alto apreço em que são tidos na região os fenos provenientes da vegetação daqueles facies.

Com excepção do estudo de BELIZ (1951), relativo a um tipo de vegetação diferente, não conhecemos, para Portugal, qualquer outro que apoie as análises da produção e química sobre unidades de vegetação estabelecidas segundo o método fitosociológico. Resulta, assim, evidente a impossibilidade de determinar em que ponto da escala de valores dos vários tipos de ervagens se situariam as consideradas no presente estudo.

Todavia, a comparação feita com base na associação *Ornithopus macrorrhynchus* et *Anthemis fuscata* BELIZ (1951) e no estudo de uma pastagem num pousio de um ano, em solo argiloso rico em calcário, efectuado por CHAVES (1949), dar-nos-á uma ideia, embora bastante imprecisa, do valor relativo das ervagens em causa. Se para fins práticos tomarmos para termo de comparação os valores médios referentes às produções em verde e em feno por hectare e ao número de U. F. por quilograma e por hectare podemos concluir da superioridade das ervagens estudadas quer sob o aspecto quantitativo quer qualitativo (Quadro XXIV).

QUADRO XXIV

	Pastagem (CHAVES, 1949)	Ass. *Ornithopus macrorrhynchus et Anthemis fuscata* (BELIZ, 1951)	*Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum*	
			Variante calcária	Variante basáltica
Verde (kg/ha) . .	5977	15214	26600	24700
Feno (kg/ha). . .	2109	4549	7230	5560
U. F./ha	1049.6	1554	3141	2455
U. F./kg	0.175	0.41	0.49	0.50

AGRADECIMENTOS

Cumpre-nos expressar os nossos melhores agradecimentos aos Engenheiros Agrónomos ANTÓNIO RODRIGO PINTO DA SILVA, chefe do Departamento de Fitosistemática e Geobotânica, e LÚCIO MERCÊS DE MELLO, chefe do Departamento de Química Fisiológica, pelos valiosos ensinamentos prestados e máxima atenção com que nos acolheram sempre que necessitámos do seu auxílio; ao Eng.º Agr.º ALBERTO CASTANHEIRA DINIZ pela sua assistência no reconhecimento de solos realizado; à analista Sr.ª D. MARIA DA GLÓRIA VALENTE LARANJEIRA SIMÕES a quem ficamos devendo preciosa ajuda nos trabalhos de análise química e ao Sr. MANUEL DA SILVA que valiosamente cooperou na prospecção fitosociológica efectuada.

Testemunhamos ainda a nossa gratidão a todas as pessoas que de qualquer forma contribuiram para que este trabalho pudesse ser realizado.

RÉSUMÉ

Après avoir analysé les conditions écologiques générales — climatiques, édaphiques et anthropo-zoïques — des environs de Lisbonne, l'A. étudie les herbages d'«anafe» *(Melilotus segetalis)* au point de vue phytosociologique et chimique.

Les connaissances sur les groupements végétaux du Portugal étant encore à leur début, la systématique proposée est considérée provisoire. On a essayé de l'établir par comparaison avec les groupements déjà systématisés dans la Région Méditerranéenne.

Une nouvelle association du *Secalinion mediterraneum* (Br. Bl.) Tx. 1937 fut ainsi créée.

Dans cette association, dénommée *Gladioleto-Phalaridetum*, on a établi deux sous-associations: l'une, *Gladioleto-Phalaridetum typicum*, représentée dans les moissons (Tabl. XIV) et l'autre (*Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum*) comprenant les herbages qui, dans la rotation, alternent avec les mêmes moissons (Tabl. XV).

On considère deux variantes dans chaque sous-association: l'une, calcaire, et l'autre, basaltique, dont la base écologique de différenciation est celle des valeurs de pH du sol. Deux groupes d'espèces se sont montrés de bonnes différentielles de ces variantes.

Outre un grand nombre de caractéristiques de la Classe et de l'Ordre auxquels il appartient, le *Gladioleto-Phalaridetum* présente une forte interférence d'espèces des *Thero-Brachypodietea*, ce qui s'explique parfaitement si l'on tient compte des conditions écologiques constatées dans les groupements de cette Classe (SOROCEANU, 1936 et MOLINIER, 1939) et du fait que l'un des facteurs de réalisation du groupement c'est l'existence d'une jachère (l'herbage) dans la rotation.

Dans la sous-association *Gladioleto-Phalaridetum melilotetosum* on a trouvé des faciès de dominance de *Scorpiurus*, de *Scorpiurus vermiculata* et *Convolvulus tricolor*, de *Medicago hispida*, de *Convolvulus tricolor* et *Stachys hirta* et de *Chrysanthemum Myconis* et *Medicago hispida*.

On analyse quelques aspects de la structure de la sous-association des herbages: diagramme de présence (Fig. 4), stratification, aire minima (Fig. 5), spectres biologique et phytogéographique (Figs. 6 et 7). La ressemblance de ces spectres avec ceux de la sous-association qui comprend les moissons, peut être aisément constatée (Tabl. XVI et XVII).

Il est ensuite question des facteurs synécologiques (culturaux et édaphiques) qui conditionnent la sous-association des herbages, ainsi que de la syngénétique de l'association (Fig. 8) dans son ensemble.

Les résultats de l'étude de la production et de la composition chimique des herbages des deux variantes de la sous-association sont condensés dans le Tabl. XVIII. Ou trouve dans le Tabl. XXI la composition chimique des groupes des légumineuses, des graminées et des diverses.

L'examen statistique a permis d'évaluer la signification de la

différence entre les valeurs moyennes constatées pour les variantes et entre celles se rapportant aux groupes des légumineuses, des graminées et des diverses.

En ce qui concerne la production des herbages des deux variantes, le Tabl. XIX montre que la production quantitative globale en vert et en foin, et celle du groupe des diverses, ne diffèrent pas significativement, tout au contraire de ce que l'on a observé dans les productions des groupes des légumineuses et des graminées qui, respectivement, se révèlent supérieures dans les variantes basaltique et calcaire.

On a aussi constaté que les teneurs movennes en protéine brute, en protéine pure (par l'acide acétique), en albumine *(Barnstein)*, en proteine digestible et en phosphore, diffèrent significativement (Tabl. XX), se montrant supérieures dans la variante basaltique. Ce fait, surtout pour ce qui est de la protéine digestible, permet de placer les herbages de cette variante dans un plan supérieur, bien que les valeurs des unités fourragères ne diffèrent pas significativement.

Par suite de l'examen statistique on a encore trouvé que les groupes des légumineuses et des graminées sont ceux dont la qualité se révèle, respectivement, la meilleure et la pire (Tabl. XXII).

Les résultats de l'analyse chimique ont permis de constater que des individus appartenant aux faciès de *Scorpiurus*, de *Scorpiurus vermiculata* et *Convolvulus tricolor* et de *Medicago hispida* (Tabl. XXIII) possédaient une valeur remarquable.

BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE, J. P. MANIQUE E

1945 Zonas fitoclimáticas e regiões naturais do continente português. *Bol. Soc. Broteriana.* (2.ª sér.) **19**: 569-591.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS

1935 *Official and Tentative Methods of Analysis.* 4.th Ed., Washington. D. C.

AZEVEDO, A. L.

1947 *O Clima de Moçambique e a Agricultura.* J. M. G. I. C., Ministério das Colónias.

BARBOSA, L. A. GRANDVEAUX

1945 Matos da *Quercus coccifera* nos arredores de Oeiras e Cascais (subsídio fitosociológico). *Bol. Soc. Broteriana* (2.ª sér.) **19**: 759-785.

BEAUVERIE, M. A. R.

1936 *Le milieu et la vie en commum des plantes.* Paul Lechevalier Edit., Paris.

BELIZ, J. M. e ABREU J. P.

1951 Ensaio fitosociológico numa pastagem espontânea da lezíria do rio Guadiana. *Melhoramento* **4**: 74-122.

BOLÓS Y VAYREDA, A.

1950 *Vegetación de las Comarcas Barcelonesas.* Instituto Español de Estudios Mediterrâneos, Barcelona.

BRAUN-BLANQUET, J.

1934 L'association végétale climatique, unité phytosociologique, et le climax du sol dans le Midi méditerranéen. *Comm. S. I. G. M. A.* **25**.

1936 *Prodrome des groupements végétaux* **3**. Imp. Mari-Lavit, Montpellier.

1949 La phytosociologie au service du pays. *Comm. S. I. G. M. A.* **102**.

BRAUN-BLANQUET, J., MOLINIER, R. et WAGNER, H.

1940 *Prodrome des groupements végétaux* **7**. Montpellier.

BRAUN-BLANQUET, J., ROUSSINE, N. et NÈGRE, R.

1952 *Les groupements végétaux de la France-Méditerranéenne.* Macabet Frères. Vaison-la-Romaine.

CHAVES, J. A. S.

1949 *As pastagens espontâneas do concelho de Elvas. Estudo geobotânico comparativo de algumas manchas agrológicas típicas.* Relatório final do curso de Engenheiro Agrónomo (ciclostilo). Lisboa.

COSTE, H.

1937 *Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse e des Contrées limitrophes.* Librairie Sciences et des Arts, Paris.

COUTINHO, A. X. PEREIRA

1884 *Os fenos espontâneos e as palhas de trigo, em Portugal.* Imprensa Nacional, Lisboa.

DREES, E. MEIJER

1951 *Capita selecta from modern plant sociology and a design for rules of phytosociological nomenclature.* Balai Penjelidikan Kehutanan. Bogor. (ciclostilo).

EMBERGER, L.

1942 Un project d'une classification des climats du point de vue phytogéographique. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse.* **77**: 97-124.

1948 Les limites de l'aire de végétation mediterranéenne en Italie. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse.* **83** : 19-42.

FERREIRA, H. AMORIM

1950 *O clima de Portugal. Estremadura, Ribatejo e Alto-Alentejo.* **6**. Serviço Meteorológico Nacional, Lisboa.

FONTSERÉ, E.

1943 *Elementos de Meteorologia.* Gustavo Gili Edit., Barcelona.

FOURNIER, P.

1946 *Les quatre flores de la France.* Paul Lechevalier Edit., Paris.

GUINOCHET, M.

1936 Études sur la végétation de l'Étage Alpin dans le Bassin supérieur de la Tinée (Alpes-Maritimes). *Comm. S. I. G. M. A.* **59**.

HEINEMANN, P. et LALOUX, R.

1950 Types de prairies et praticulture au Plateau des Tailles. *Comm. I. R S. I. A.* **4**.

KRUSEMAN JR, G. e VLIEGER, J.
1939 Akkerassociaties en Nederland. *Nederlandsch Kruidkunding Archief.* **49**: 327-398.

LEBRUN, J.
1947 *La végétation de la plaine alluviale au sud du Lac Édouard.* Exploration du Parc National Albert. **1**. Bruxelles.

MAYER, R.
1935 Contribuição para o estudo dos factores climáticos nas suas relações com a Hidráulica Agrícola. *An. Inst. Sup. Agronomia.* **7**: 62-104.

MELLO, L. M.
1950 *Do lenhoso ou celulose bruta das plantas forrageiras.* Tese apresentada ao Concurso para o lugar de Investigador do Grupo do pessoal de Investigação da Estação Agronómica Nacional — Quadro de pessoal técnico da Direcção Geral dos Serviços Agrícolas (dactilografado).

MOLINIER, R.
1939 Les associations végétales du massif de la Sainte-Baume. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse.* **73**: 27-69.

ORGANIZATION EUROPÉENNE DE COOPÉRATION ÉCONOMIQUE
1951 Développement des Pâturages et de la Production Fourragère dans les pays Mediterranéens. *O. E. C. E., Missions d'Assistance Technique.* **56**.

PAVILLARD, J.
1935 *Éléments de Sociologie végétale.* Hermann & C.ᵉ Edit., Paris.

PENIM, J. P.
1952 *Conservação de forragens. Elementos para o estudo da fenação artificial.* Dissertação do concurso a um lugar de Professor Extraordinário do 1.º Grupo de Disciplinas do Instituto Superior de Agronomia. Tip. Pap. Fernandes, Lisboa.

RAUNKIAUER, C.
1905 *Types biologiques pour la géographie botanique.* Copenhague.

RUSSO, J. L.
1951 *Notas para o estudo químico e económico da batateira.* Relatório final do Curso de Engenheiro Agrónomo (ciclostilo). Lisboa.

SCHMITZ, A.
1948 La repartition et la fréquence des plantes commensales des cultures en fonction du pH du sol en Belgique. *Bull. Inst. Agron. Gembloux.* **15** (1-4): 18-78.

SEABRA, A. L.
1937 Fomento pecuário. *Ministério da Agricultura. Série «Estudos e Informação Técnica».* **1**.

SILVA, A. M. CANAS DA
1945 *Cultura e forragens nos arredores de Lisboa.* Relatório final do Curso de Engenheiro-Agrónomo (ciclostilo). Lisboa.

SILVA, A. R. PINTO, ROZEIRA, A. e FONTES, F.
1952 Os carvalhais da Serra do Gerês. Esboço fitosociológico. *Agron. Lusit.* **12**: 433-448.

SISSING, G.
1950 Onkruid-Associaties in Nederland (Les associations messicoles et rudérales des Pays-Bas) *Comm. S. I. G. M. A.* **106**.

SOROCEANU, E.

1936 Recherches phytosociologiques sur les pelouses meso-xerophiles de la plaine languedocienne *(Brachypodietum phoenicoidis). Comm. S. I. G. M. A.* **40**.

SUSPLUGAS, J.

1942 Le sol et la végétation dans le Haut-Vallespir (Pyrénées-Orientales). *Comm. S. I. G. M. A.* **80**.

TEIXEIRA, J. BRITO

1948 As impurezas do centeio produzido em Portugal. *Agron. Lusit.* **10**: 123-156.

TIERNO, J., VIANA, C. J. e SILVA, J. C.

1928 O gado turino da região de Lisboa. Contribuição para o estudo do armento nacional. *Estação Agrária Central. Bol. (Sér. A)* **4**.

TOMASELLI, R.

1947 Metodi di rilevamento fitosociológico in uso nela Stazione Internazionale di Geobotanica di Montpellier. *Comm. S. I. G. M. A.* **95**.

VASCONCELLOS, J. DE CARVALHO E

1936 Ervagens naturais. Subsídios para o seu estudo. *Ministério da Agricultura. Estudos técnicos da Campanha de Produção Agrícola.* **20**.

1937a O problema das forragens em Portugal. *Rev. Agr.* **25**: 96-112.

1937b Os lenteiros nos arredores de Viseu. *Ministério da Agricultura. Série « Estudos e Informação Técnica ».* **2**.

OXIDATIVE METABOLISM OF SOME BACTERIA AND BLUE-GREEN ALGAE, ALONE AND IN ASSOCIATION (1)

POR *AUGUSTO CORDEIRO ZAGALLO*, M. S., Ph. D. (2)
(Estação Agronómica Nacional)

1. HISTORICAL

WITH the exception of the research concerning the nitrogen-fixing ability of some of the blue-green algae, little investigation of a fundamental nature has been conducted upon the physiology of these organisms.

GERLOFF, FITZGERALD and SKOOG (1950), of the Botany Department of the University of Wisconsin, are credited with the first systematic studies dealing with various aspects of the physiology of some species of Myxophyceae, including their successful isolation in uni-algal, and eventually bacteria-free cultures, together with a consideration of important nutritional problems.

Apparently, research work on the respiration of blue-green algae is now being carried out by WEBSTER, at the University of Minnesota, and an abstract of the experimental results of his preliminary experiments appeared recently in the American Journal of Botany (1950). For the first time, standard Warburg manometric tecniques were used to study the oxidative metabolism of this group of algae.

Since the subject is of immediate concern in the present investigation, it shall be reviewed in some detail here.

A species of *Cylindrospermum* was used by WEBSTER. The cells were grown in pure culture on an inorganic medium, the composition of which was not given. A buffered solution was used for the suspension of resting cells, and no significant differences in the respiratory rate were noticed when either phosphate buffers or carbonate-bicarbonate buffers were employed. It was also found

---

(1) Parte do trabalho apresentado como dissertação doutoral para o grau Ph. D. em Bacteriologia na Universidade de Wisconsin, E. U. A., em Fevereiro de 1952.

(2) Antigo Bolseiro do Instituto de Alta Cultura e «Research Assistant» na Universidade de Wisconsin.

that variations of pH between values of 5.0 and 9.5 did not affect the respiratory rate of the alga. The rate of oxygen uptake was reported as 4.0-5.0 cu.mm/mg dry wt/hr, with a respiratory quotient (R. Q.), CO_2/O_2, close to unity.

Regarding substrate utilization, both glucose and ascorbic acid were found to be capable of stimulating the oxygen consumption. The cells of *Cylindrospermum*, however, were not able to oxidize catechol, hydroquinone, p-phenylenediamine, or pyruvate.

The remaining data reported by WEBSTER are concerned with the action of various enzyme inhibitors, e.g. heavy metals, hydrogen cyanide, carbon monoxide, sodium malonate and hydrogen azide, which were found to inhibit respiration considerably, with the exception of sodium malonate.

Our own research on the respiration of two species of *Myxophyceae, Microcystis aeruginosa* and *Aphanizomenon flos-aquae*, did not involve the use of inhibitors, and the choice of substrates was planned to include the organic acids known to exist as intermediates in the path of carbohydrate metabolism. In this connection, the recent work of ENY (1950) should be mentioned. He reported the pattern of substrate oxidations by *Chlorella* by means of growth studies. Several organic acids, which are intermediates in the KREBS cycle, were supplied in the dark to the alga. The fact that definite growth was obtained in the presence of most of the carbon substrates indicates that they were used by *Chlorella*, thus suggesting that at least part of the aerobic path of carbohydrate metabolism proceeds along the same pattern as described for most animal tissues and some bacteria. Although respiration studies are probably more convincing in this respect, ENY's investigation is nevertheless very interesting.

Comparatively little is known as yet of the pathway of aerobic carbohydrate metabolism in microorganisms, but evidence has been accumulating that at least in some bacteria it follows the EMP scheme to pyruvate and from then on it proceeds by way of the KREBS cycle or by direct degradation (AJL and WERKMAN, 1948, STERN and OCHOA, 1950).

Very recently, CAMPBELL and STOKES (1951) carried out a study of the respiration of *Pseudomonas aeruginosa* in an effort to detect a tricarboxylic acid cycle in that organism. This investigation was conducted with the Warburg manometric techique. Resting cells of the bacterium were harvested from a glucose or acetate medium,

and tested on a series of substrates. They were found to be active only toward malate, oxaloacetate and pyruvate, but dried cell preparations were able to oxidize all the intermediates. Confirmatory data were obtained with cells grown on a glucose medium, indicating that this organism oxidizes glucose and acetate by way of the KREBS cycle.

2. EXPERIMENTAL METHODS

a. — *Sources and isolation of the bacteria*

The bacteria studied were isolated from blue-green algae causing extensive blooms in Lakes Waubesa, Wingra and Mendota. The algal samples were collected with a plankton net from the surface waters from the Madison Lakes.

The procedure for isolation of bacteria from algal samples follows.

In order to eliminate as many as possible of the common water bacteria, the algae were gently washed in sterile water blanks, and then picked up with a loop and put into test tubes containing sterile water and beads.

Microcystis and *Aphanizomenen*, in samples from Lake Waubesa, could be easily differentiated from each other macroscopically; the former appeared as small greenish-brown spherules, and the latter in long green filaments. The final concentration of algae in the test tubes was approximately 50 spherules or filaments per 10 ml of sterile water. In samples from Lakes Wingra or Mendota, on the other hand, it was impossible to distinguish the algae macroscopically, and thus no attempt was made to separate them.

After thoroughly shaking the algal suspension, dilutions from it were plated; sodium caseinate agar was used (TAYLOR's formula, 1942). The plates were incubated at room temperature (22-25° C.) for two weeks. The numbers of colonies developing on the plates varied with the sample; no specific numbers will be given since it was impossible to correlate them with numbers of the algal cells. In the case of *Aphanizomenon* and *Microcystis*, using 50 spherules or filaments as initial inoculum, numbers af bacterial colonies as high as 200 to 400 per plate were often obtained in petri dishes containing a 1 : 10 dilution. Samples from Lakes Wingra and Mendota usually yielded lower numbers of bacterial colonies.

The individual bacterial colonies were then picked into tubes

of sterile water, shaken, and plated again on nutrient agar to test for purity. Representatives of the different types of bacterial colonies which developed on these plates were then transferred onto nutrient agar slants, and after growth occurred, these cultures were stored in a refrigerator, at about 7° C., and kept as stock cultures.

b. — *Cultures and cell preparations*

Uni-algal, bacteria-free cultures of *Microcystis aeruginosa* and *Aphanizomenon flos-aquae*, supplied by the Botany Department (University of Wisconsin) and originally isolated from fresh plankton samples collected from Madison Lakes, were used throughout these experiments.

Bacterial cultures nos. 6 (*Achromobacter* sp.), 8 and 9 (*Flavobacterium* spp.), 20 (*Bacterium* sp.) and 26 (*Pseudomonas* sp.) were mainly chosen because they appeared to be typical associates of *Microcystis* spp. and *Aphanizomenon* spp. in nature. There were, however, additional reasons for chosing these particular cultures for detailed study. Unlike many of the lake bacteria, they could be grown fairly quickly in large numbers in plain nutrient broth. Furthermore, preliminary tests in the respirometer revealed that the respiratory rates of these bacteria were sufficiently high to suit the needs of our investigation.

Azotobacter agile and *Rhodospirillum rubrum* were also used in these experiments. The pure cultures of these organisms were obtained through the courtesy of Prof. P. W. WILSON.

Preparation of cell suspensions for respiration studies was usually performed in the following manner. The algae were grown in twelve 500 ml flasks containing approximately 300 ml each of modified Chu's n.° 10 medium, for about two weeks. The *Aphanizomenon* cultures usually required 2 or 3 days more than those of *Microcystis* to reach the peak of growth. Then the algal cells suspended in Chu's n.° 10 solution were centrifuged at approximately 2,500 R. P. M. for 10 minutes in an International centrifuge, the supernatant was decanted, and the cells were taken up in M/15 phosphate buffer adjusted to pH 7. 4. A second and third centrifugation and decantation followed, and finally the cells were resuspended in about 30 ml of the same buffered solution and stored

in the cold room, at about 3-4° C., for about 3 to 5 hours, until used.

Similarly, from the stock cultures of the lake bacteria, maintained on plain nutrient agar slants, transfers were made into sterile tubes of nutrient broth and the cultures were incubated for 4-5 days at room temperature (23-24° C.). An inoculum of 1 ml of these subcultures was subsequently introduced into 330 ml of sterile nutrient broth in 500 ml Erlenmeyer flasks.

Azotobacter agile, on the other hand, was grown in BURK's medium, and *Rhodospirillum rubrum* in a special culture medium (LINDSTROM, 1951) having the following composition:

DL — malic acid	3.5 g.
L — glutamic acid. HCl	5.0 g.
Sodium citrate $2H_2O$	0.8 g.
$MgSO_4.7H_2O$	0.2 g.
K_2HPO_4	1.0 g.
Difco yeast extract	0.5 g.
Distilled water	1,000.0 ml

The reaction of this solution was adjusted to pH 7.0 before autoclaving, distributed in 100 ml Erlenmeyer flasks filled up to the top and plugged with cork stoppers. This special medium appeared to enhance the growth of *Athiorhodaceae*.

Since young cultures are desirable in respiratory studies, cells were always harvested before reaching the stationary phase, in the late phase of logarithmic growth. At the end of the incubation period, i. e. 2 days for culture no. 26 and *Azotobacter agile*, 4 days for culture no. 6 and *Rhodospirillum rubrum*, and 5 or 6 days for the remaining cultures nos. 8, 9 and 20.

The cells were centrifuged, in general at 2,500 R. P. M. for 10 minutes, the supernatant decanted, the cells suspended in M/15 phosphate buffer adjusted to pH 7.4, then washed three times by centrifugation and again resuspended in the same buffered medium. The volume of cell suspension was made up to 20 ml, and if the cells were not used immediatly they were stored in the cold room for 2-3 hours.

c. — *Manometric techniques*

Measurement of the respiratory gaseous exchange of resting cell suspensions prepared in the manner described was made with

the Warburg apparatus following the conventional manometric technique (UMBREIT, BURRIS and STAUFFER, 1949).

A standard circular Warburg, constant volume respirometer, was employed throughout the work. All flasks were calibrated with mercury. The temperature of the water bath was maintained at 25° C. The flasks and manometers were shaken at a rate of 120 oscillations per minute through a stroke of about 2.8 cm.

In a typical experiment to determine the rate of oxygen consumption, each flask contained 1.5 ml of cell suspension in the flask body, 0.5 ml of substrate made up in pH 7.4 M/15 phosphate buffer in the sidearm, and 0.2 ml of 20 % potassium hydroxide in a strip of filter paper placed in the center well to absorb any carbon dioxide produced. The total fluid volume was thus 2.2 ml. When the bacteria and the algae were tested in association, 1.5 ml of cell suspension of each organism and 1 ml of substrate were used instead, making up a total volume of 4.2 ml per flask. The thermobarometer control flask contained 4.2 ml of M/15 phosphate buffer solution. Upon attachment to the manometers, the flask and manometer joints were sealed with vaseline.

All experiments were carried out in an air atmosphere and in the dark, at night.

An equilibration time of about 15 minutes was allowed before the stopcocks of the manometers were closed and initial readings made. A period of 105 minutes of endogenous respiration usually was allowed before the substrate was tipped in. In rate determinations, the exogenous respiration was then allowed to continue for two hours. Tests were run in duplicate and readings were taken at 15 minute intervals over a period of 3 hours and 45 minutes.

d. — *Nitrogen analyses*

Nitrogen analyses were performed on the cell suspensions used for manometric studies by the semi-micro Kjeldahl procedure followed by nesslerization. Copper selenite was employed to catalyze the digestion and conversion. Digestion was carried on for 2-3 hours, and after cooling, ammonia-free water was added to bring the volume in each flask to 50.0 ml. 1.0 ml of the digested mixture was then placed in a standard Evelyn tube, and 9 ml of ammonia-free water, 5 ml of 3N sodium hydroxide, and 3 ml of Nessler's reagent were added rapidly and in order. After standing about

15 minutes, the mixture was transferred to the Evelyn photo-electric colorimeter and read to the nearest quarter division, using a 490 mu filter. Appropriate controls were analysed concurrently.

A standard curve was prepared by plotting μs of nitrogen, *C*, *vs.* the corresponding density values, *L*, ($L = 2 - \log G$, in which *G* is the galvanometer reading). The points on the standard curve are derived from known values of nitrogen, when ammonium sulphate is used in concentrations ranging from 0 to 100 μg per ml, in 10 μg increments.

The actual nitrogen values for unknown samples were calculated by substituting in the following formula: $C = kL$ (*k* is an empirical constant, representing the average slope of the standard curve).

e. — *Concentration of cell suspensions*

Since there are no data in the literature on respiratory studies using typical freshwater bacteria and the blue-green algae *Microcystis aeruginosa* and *Aphanizomenon flos-aquae*, preliminary experiments were designed to determine approximately the most favorable concentration of cells for the measurement of the oxidative activity of these organisms when grown alone and in association.

No special effort was made to duplicate accurately the number of cells in the respirometer flasks in different experiments; but in every experiment the number of cells per ml in the respective suspensions was always determined with a Neubauer haemocytometer.

Thus the number of cells per test fell within the following limits:

Culture n.° 6	— 1×10^9 cells per ml (approximately)
Culture n.° 8	— 1.5×10^9 cells per ml »
Culture n.° 9	— $1\text{-}2 \times 10^9$ cells per ml
Culture n.° 20	— 7×10^8 to 1.2×10^9 cells per ml
Culture n.° 26	— $1.5\text{-}3 \times 10^9$ cells per ml
Azotobacter agile	— 575×10^6 cells per ml (approximately)
Rhodospirillum rubrum	— not counted

The suspensions of *Microcystis aeruginosa* contained $3\text{-}5 \times 10^8$ cells per ml. Because of the dense interweaving of the cellular filaments of *Aphanizomenon flos-aquae*, it was impossible to count

the cells, and therefore its respiratory activity was based on the dry weight or the nitrogen content of the cells, only.

f. — *Choice of substrates*

In our studies, the substrates employed were: glucose, fructose and glucose-1-phosphate; the organic acids, pyruvic, acetic, oxaloacetic, lactic, succinic, fumaric, malic, alpha-ketoglutaric and citric; and also two amino acids, aspartic and glutamic. All acids were added as their sodium salts, which were prepared by dissolving the acids in water, neutralizing with sodium hydroxide and diluting to the desired concentration, M/10 molar.

The selection of substrates was restricted to the compounds that are postulated to occur as intermediates in the E. M. P. and KREBS' cycles, and which are commonly used in metabolism studies. Other compounds not listed above but occurring in the cycle of carbohydrate metabolism were not available at the moment.

In order to compare the oxidative activity of the bacteria with that of the blue-green algae on the chosen substrates, an arbitrarily chosen pH level was established. It would have been highly desirable to find the optimum pH level for the oxidation of each substrate before comparative activity was measured. However, such a procedure would have involved many preliminary determinations and hence was not followed. The assumption was made that the oxidative rates of the organisms could be compared at a constant pH, even though this might not represent the optimum pH level for the oxidation of the particular substrate. As an alkaline reaction of the medium was found to favor the respiratory activity of the algae, pH 7.4 was preferentially used throughout all experiments, with the exception of those involving sugars, which were employed in aqueous solutions at pH 7.0.

The results were expessed graphically by plotting microliters of oxygen uptake against time, and μl value of O_2 uptake/ hour was determined from the straight line portion of the curve where the most rapid oxygen uptake occurred. To express the rate of oxygen uptake, the constant QO_2 (microliters of oxygen consumed/ hour/ mgm dry wt.) is the one most generally used in respiration studies, but in the case of cells like those of blue-green algae, this constant appears not to be a satisfactory measure of respiratory activity. The mucilaginous sheath of the algae, which is an inert

cell coating, increases the dry weight but not the active cell material, and thus a measure based on nitrogen content, $QO_2(N)$ (microliters of oxygen uptake/ hour/ mgm nitrogen content), is undoubtedly more satisfactory. Finally, in order to obtain data that might be compared with previous investigations, we have also expressed the results in terms of another constant, $Q'O_2$ (microliters of oxygen uptake/ hour/ cell).

For the estimation of dry weights, 10 ml of the cell suspensions used in the respiratory experiments were always put aside for further determinations. At first, both dry weights and micro-Kjeldahl nitrogens were determined, but because the nitrogen content of the cells, expressed as a percentage of the dry weight, was found to vary but slightly for the same organism, only dry weight was determined in subsequent tests.

3. EXPERIMENTAL RESULTS

The relative rates of oxygen uptake of one blue-green alga, *Microcystis aeruginosa*, and of three cultures of freshwater bacteria nos. 9, 20 and 26, alone and in association, on a variety of organic compounds available for respiration, were quantitatively determined with the Warburg manometric technique. *Azotobacter agile*, *Rhodospirillum rubrum*, Bacterium no. 6 and Bacterium no. 8 and another blue-green alga, *Aphanizomenon flos-aquae*, were also used in a few respiratory experiments.

The data on oxygen consumption are given graphically in Figs. 1 to 25.

Repeated experiments confirmed the accuracy of these data but, for obvious reasons, only a representative portion of them can be reported here.

The QO_2, $QO_2(N)$ and $Q'O_2$ values, which are found in Tables I and II, were calculated for the period when the respiration was most constant.

The endogenous respiration was always allowed to proceed for 105 minutes before tipping in the substrate, because it was felt that an appreciation of the comparative endogenous rate might be of importance in interpreting further data pertaining to the oxidative metabolism of the organisms, particularly when tested in association.

Rate comparisons of the three sugars, glucose, fructose and

glucose-1-PO_4, were made at a pH close to 7.0, whereas the organic acids were tested at a pH 7.4 level; all substrates were supplied in the dark.

a. — *Bacteria alone*

As shown in Fig. 1 and Table I, the respiration of Bacterium n.° 9 was stimulated by the addition of glucose and glucose-1-PO_4, particularly in the presence of the latter compound. On the other hand, Bacterium n.° 9 utilized pyruvate slowly, whereas the rate of acetate respiration was about the same as the endogenous (Fig. 2). The two amino acids, aspartic and glutamic, were readily utilized (Fig. 3), whereas citrate and lactate were not oxidized to any appreciable extent (Fig. 4). Oxaloacetate apparently was not attacked by Bacterium n.° 9, but alpha-ketoglutarate, on the contrary, exerted a marked stimulatory effect, as can be seen in Fig. 5. The three dicarboxylic acids, succinate, fumarate and malate, on the other hand, proved to be only fair substrates for Bacterium n.° 9 (Figs. 6 and 7).

Bacterium n.° 20 and Bacterium n.° 26 reacted in an essentially similar manner on the three carbohydrates tested, although Bacterium n.° 20 was able to utilize fructose and glucose a little more readily than Bacterium n.° 26 (Fig. 8 and 15; Table I). Pyruvate and acetate stimulated the respiration of both bacteria markedly (Figs. 9, 10, 16 and 17). The two amino acids were utilized readily by Bacterium n.° 26, whereas Bacterium n.° 20 was stimulated only by glutamate; the exogenous rate on aspartate was relatively low (Figs. 10, 11, 17 and 18). While citrate and lactate were rapidly respired by Bacterium n.° 20, the effect of citrate was far less marked on Bacterium n.° 26 (Figs. 11, 12 and 19). On the other hand, both oxaloacetate and alpha-ketoglutarate proved to be excellent substrates for Bacterium n.° 26 whereas only the former substrate was well respired by Bacterium n.° 20 (Figs. 12, 13, 19 and 20). Finally, the four-carbon dicarboxylic acids highly stimulated the rate of oxygen uptake by Bacterium n.° 26 but were only fairly stimulatory for Bacterium n.° 20.

Regarding the results obtained with the other bacteria, which were tested in a few experiments, (Table II), *Azotobacter agile* showed the greatest ability of rapid utilization of substrate. Thus, curves plotted from data obtained with this organism revealed a

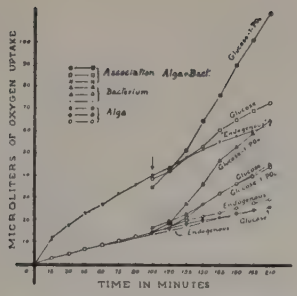


Fig. 1 — Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 9, alone and in association, in the presence of glucose and glucose-1-PO_4.

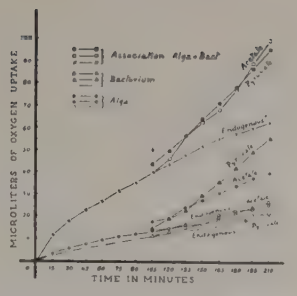


Fig. 2 — Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 9, alone and in association, in the presence of pyruvate and acetate.

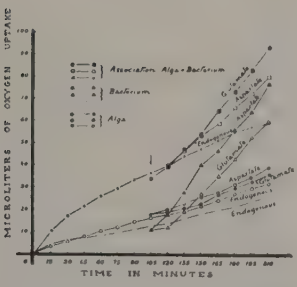


Fig. 3 — Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 9, alone and in association, in the presence of aspartate and glutamate.

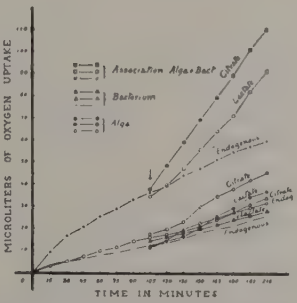


Fig. 4 — Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 9, alone and in association, in the presence of lactate and citrate.

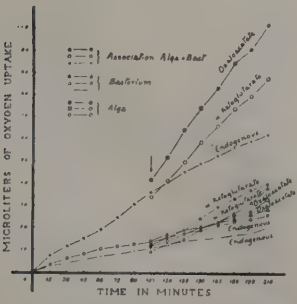


Fig. 5 — Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 9, alone and in association, in the presence of oxaloacetate and α-ketoglutarate.

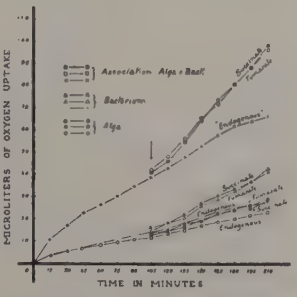


Fig. 6 — Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 9, alone and in association, in the presence of succinate and fumarate.

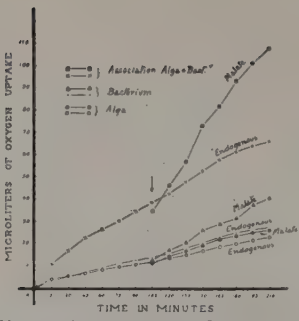


Fig. 7 — Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 9, alone and in association, in the presence of malate.

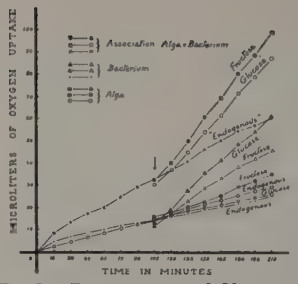


Fig. 8 — Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 20, alone and in association, in the presence of glucose and fructose.

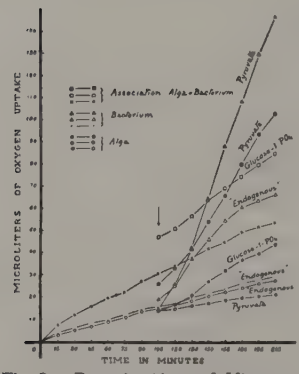


Fig. 9 — Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 20, alone and in association, in the presence of glucose-1-PO_4 and pyruvate.

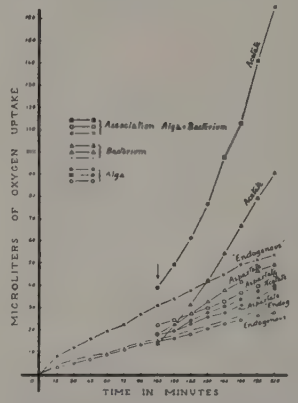


Fig. 10 — Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 20, alone and in association, in the presence of acetate and aspartate.

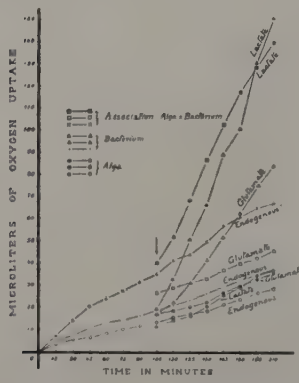


Fig. 11 — Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 20, alone and in association, in the presence of glutamate and lactate.

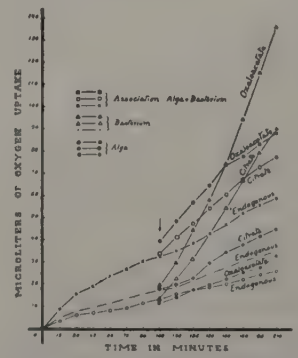


Fig. 12 — Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 20, alone and in association, in the presence of citrate and oxaloacetate.

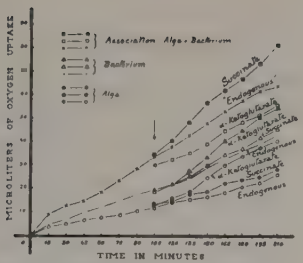


Fig. 13—Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 20, alone and in association, in the presence of α-ketoglutarate and succinate.

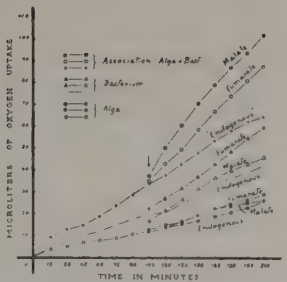


Fig. 14—Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 20, alone and in association, in the presence of fumarate and malate.

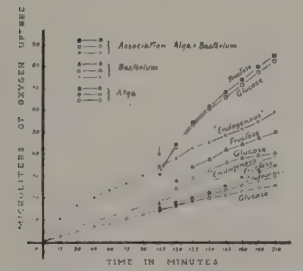


Fig. 15—Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 26, alone and in association, in the presence of glucose and fructose.

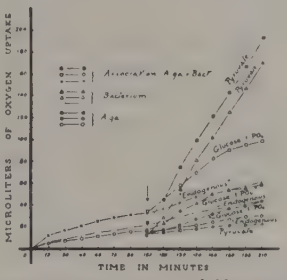


Fig. 16—Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 20, alone and in association. in the presence of glucose-1-PO_4 and pyruvate.

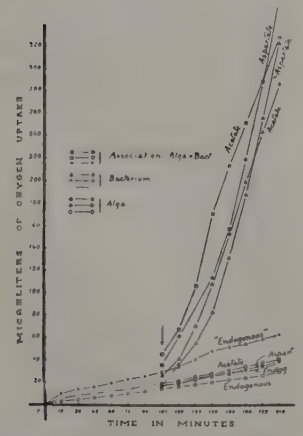


Fig. 17—Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 26, alone and in association, in the presence of acetate and aspartate.

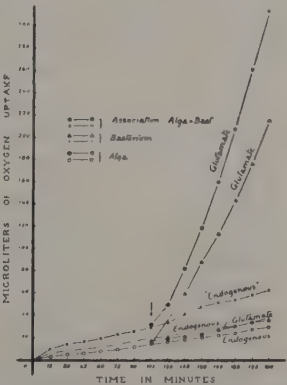


Fig. 18—Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 26, alone and in association, in the presence of glutamate.

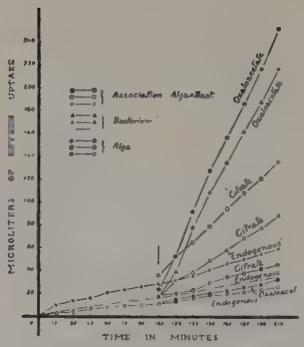


Fig. 19—Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 26, alone and in association, in the presence of citrate and oxaloacetate.

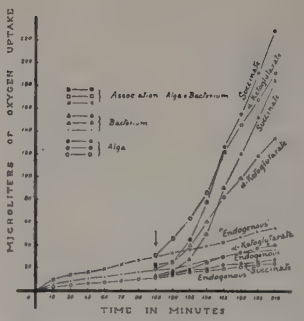


Fig. 20—Respiration of *Microcystis aeroginosa* and of *Bacterium* no. 26, alone and in association, in the presence of α-ketoglutarate and succinate.

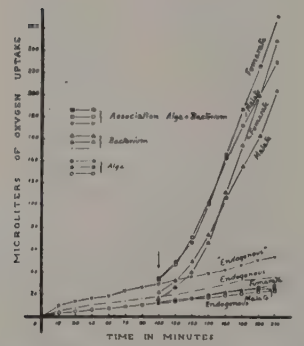


Fig. 21—Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Bacterium* no. 26, alone and in association, in the presence of fumarate and malate.

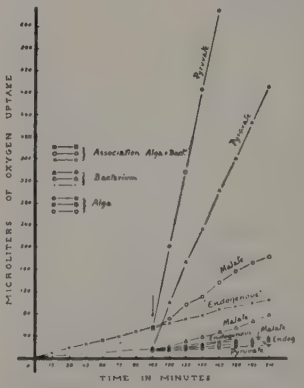


Fig. 22—Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Azobacter agile*, alone and in association, in the presence of pyruvate and malate.

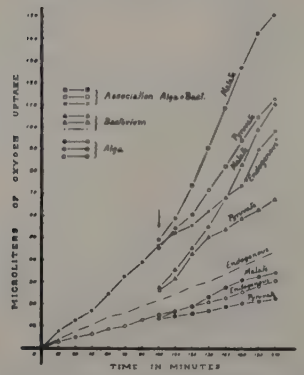


Fig. 23—Respiration of *Microcystis aeruginosa* and of *Rhodospirillum rubrum*, alone and in association, in the presence of pyruvate and malate.

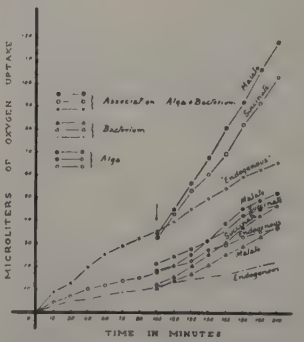


Fig. 24 — Respiration of *Aphanizomenon flos-aquae* and of *Bacteriam* no. 6, alone and in association, in the presente of succinate and malate.

decided upward trend in O_2 uptake when pyruvate was added, but the respiration followed a less steep line in the presence of malate (Fig. 22). *Rhodospirillum rubrum* was also able to oxidize readily those same substrates, (Fig. 23). Bacterium no. 6 and Bacterium no. 8, which were further used in association experiments with *Aphanizomenen flos-aquae*, were able to respire succinate and malate at a constant rate, as shown in Figs. 24 and 25.

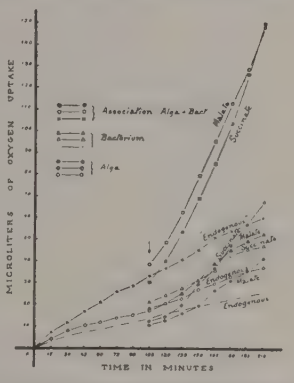


Fig. 25 — Respiration of *Aphanizomenon flos-aquae* and of *Bacterium* no. 8, alone and in association, in the presence of succinate and malate.

b. — *Algae alone*

The blue-green algae, *Microcystis aeruginosa* and *Aphanizomenon flos-aquae*, displayed a rather slow rate of respiration as measured by oxygen uptake, and although some quantitative differences were detected on almost every substrate, they were very small when compared with the bacteria. Of the 14 carbon compounds tested, (Table II), glucose-1-PO_4, alpha-ketoglutarate and lactate, were the ones more rapidly oxidized by *M. aeruginosa* (Figs. 1, 4 and 5). On the other hand, glucose had no stimulatory effect whatever; it appears that in the presence of this compound the only respiration is of an «endogenous» type (Fig. 1). Acetate, citrate and oxaloacetate were oxidized at comparatively slow rates (Figs. 2, 4 and 5), whereas on pyruvate the rate of exogenous respiration was depressed to a value lower than that of the endogenous rate (Figs. 2, 9 and 16). Succinate, fumarate and malate were oxidized by *M. aeruginosa* at similar rates, which were not much above the endogenous rate (Figs. 6, 7, 13, 14 and 21).

The very limited number of experiments carried out with *A. flos-aquae* reveal that malate was more actively oxidized by this alga than by *M. aeruginosa*, whereas succinate was apparently very slightly respired, if at all (Figs. 24 and 25; Table II).

c. — *Bacteria in association with algae*

The experimental results obtained with bacteria associated with algae are presented and thoroughly discussed in the next section.

TABLE I

The effect of different carbon substrates on the respiration of *Bacterium* no. *9*, *Bacterium* no. *20* and *Bacterium* no. *26*.

Substrate		*Bacterium* no. *9*	*Bacterium* no. *20*	*Bacterium* no. *26*
Glucose	QO_2	15.3	12.7	9.3
	$Q'O_2$	10×10^{-9}	15×10^{-9}	8×10^{-9}
	$QO_2(N)$	153.0	139.7	97.7
Fructose	QO_2	—	9.4	11.0
	$Q'O_2$	—	18×10^{-9}	9×10^{-9}
	$QO_2(N)$	—	103.4	115.5
Glucose-1-PO_4	QO_2	26.4	10.4	15.5
	$Q'O_2$	14×10^{-9}	19×10^{-9}	15×10^{-9}
	$QO_2(N)$	264.0	114.4	162.8
Pyruvate	QO_2	21.0	43.5	40.5
	$Q'O_2$	13×10^{-9}	57×10^{-9}	50×10^{-9}
	$QO_2(N)$	210.0	478.5	425.3
Acetate	QO^2	7.6	23.9	81.2
	$Q'O_2$	5×10^{-9}	28×10^{-9}	62×10^{-9}
	$QO_2(N)$	76.0	262.9	852.6
Aspartate	QO_2	30.6	9.0	109.5
	$Q'O_2$	20×10^{-9}	11×10^{-9}	89×10^{-9}
	$QO_2(N)$	306.0	99.0	1,149.8
Glutamate	QO_2	27.5	21.6	30.6
	$Q'O_2$	16×10^{-9}	24×10^{-9}	61×10^{-9}
	$QO_2(N)$	276.0	237.6	321.3
Lactate	QO_2	6.3	39.4	—
	$Q'O_2$	4×10^{-9}	40×10^{-9}	—
	$QO_2(N)$	63.0	433.4	—
Citrate	QO_2	9.5	23.9	22.5
	$Q'O_2$	6×10^{-9}	21×10^{-9}	16×10^{-9}
	$QO_2(N)$	95.0	262.9	236.3
Oxaloacetate	QO_2	6.9	40.5	49.3
	$Q'O_2$	3×10^{-9}	39×10^{-9}	54×10^{-9}
	$QO_2(N)$	69.0	445.5	519.8
α-ketoglutarate	QO_2	16.8	15.0	35.9
	$Q'O_2$	12×10^{-9}	13×10^{-9}	28×10^{-9}
	$QO_2(N)$	168.0	165.0	376.9

TABLE I *(cont'd)*

Substrate		*Bacterium* no. *9*	*Bacterium* no. *20*	*Bacterium* no. *26*
Succinate	QO_2	12.6	8.4	62.0
	$Q'O_2$	8×10^{-9}	11×10^{-9}	52×10^{-9}
	$QO_2(N)$	126.0	92.4	651.0
Fumarate	QO_2	13.6	11.0	82.7
	$Q'O_2$	9×10^{-9}	12×10^{-9}	64×10^{-9}
	$QO_2(N)$	136.0	121.0	868.4
Malate	QO_2	14.1	9.2	59.8
	$Q'O_2$	10×10^{-9}	13×10^{-9}	42×10^{-9}
	$QO_2(N)$	141.0	101.2	627.9
Endogenous (no carbon source added)	QO_2	5.9	3.1	5.0
	$Q'O_2$	3×10^{-9}	5×10^{-9}	5×10^{-9}
	$QO_2(N)$	59.0	34.1	52.5

TABLE II

The effect of different carbon substrates on the respiration of *Microscystis aeruginosa, Aphanizomenon flos-aquae, Azotobacter agile* and *Rhodospirillum rubrum.*

Substrate		*Microcystis aeruginosa*	*Aphanizomenon flos-aquae*	*Azotobacter agile*	*Rhodospirillum rubrum*
Glucose	QO_2	1.25			
	$Q'O_2$	13×10^{-9}			
	$QO_2(N)$	13.75			
Fructose	QO_2	1.50			
	$Q'O_2$	16×10^{-9}			
	$QO_2(N)$	16.50			
Glucose-1-PO_4	QO_2	3.70			
	$Q'O_2$	37×10^{-9}			
	$QO_2(N)$	40.70			
Pyruvate	QO_2	1.01		102.0	7.0
	$Q'O_2$	12×10^{-9}		295×10^{-9}	—
	$QO_2(N)$	11.01		1,275.0	73.0
Acetate	QO_2	1.55			
	$Q'O_2$	18×10^{-9}			
	$QO_2(N)$	17.05			

TABLE II *(cont'd)*

Substrate		*Microcystis aeraginosa*	*Aphanizomenon flos-aquae*	*Azotobacter agile*	*Rhodospirillum rubram*
Aspartate	QO_2	1.36			
	$Q'O_2$	18×10^{-9}			
	$QO_2(N)$	14.96			
Glutamate	QO_2	1.29			
	$Q'O_2$	15×10^{-9}			
	$QO_2(N)$	14.19			
Lactate	QO_2	1.60			
	$Q'O_2$	27×10^{-9}			
	$QO_2(N)$	17.60			
Citrate	QO_2	1.43			
	$Q'O_2$	24×10^{-9}			
	$QO_2(N)$	16.17			
Oxaloacetate	QO_2	1.55			
	$Q'O_2$	21×10^{-9}			
	$QO_2(N)$	17.05			
α-ketoglutarate	QO_2	1.66			
	$Q'O_2$	25×10^{-8}			
	$QO_2(N)$	18.26			
Succinate	QO_2	1.17	2.8		
	$Q'O_2$	10×10^{-9}	—		
	$QO_2(N)$	12.87	29.4		
Fumarate	QO_2	1.25			
	$Q'O_2$	19×10^{-9}			
	$QO_2(N)$	13.75			
Malate	QO_2	1.13	4.6	15.0	22.0
	$Q'O_2$	16×10^{-9}	—	43×10^{-9}	—
	$QO_2(N)$	12.43	48.3	187.0	231.0
Endogenous (no carbon source added)	QO_2	1.02	2.4	4.0	5.0
	$Q'O_2$	15×10^{-9}	—	10×10^{-9}	—
	$QO_2(N)$	11.22	25.2	50.0	52.0

4. DISCUSSION

The literature does not contain reports of respiration studies of blue-green algae and of freshwater bacteria in pure culture or in association with algae. Consequently, the present investigation

is the first attempt made to determine which carbon substrates known to exist as intermediates in the KREBS cycle, and other related compounds may be oxidatively metabolized by these organisms. At the same time, the present work represents an attempt to obtain information on how the association of blue-green algae with bacteria may affect their respiration processes.

In our experiments, a low oxygen uptake was obtained in every instance when the bacteria were respiring only endogenously; the QO_2 (N) and $Q'O_2$ values ranged from 34.1 (Bacterium n.° 20) to 52.5 (Bacterium n.° 26) and from 3×10^{-9} (Bacterium n.° 9) to 5×10^{-9} (Bacterium n.° 20 and Bacterium n.° 26), respectively. JOHNSON (1936) reported appreciably higher rates of exygen uptake for 25 species of marine bacteria, the QO_2 (N) values varying between 15 and 360, with an average of 140 for all species; in terms of $Q'O_2$, the variation was found to be between 2×10^{-9} and 132×10^{-9}.

The respiratory activity of the lake bacteria was likewise low in the presence of glucose, with QO_2 values ranging from 9.3 (Bacterium n.° 26) to 15.3 (Bacterium n.° 9). Most bacteria have a QO_2 on glucose of 20 to 50, and a few species may exceed 100.

The resting cells of blue-green algae, similarly, were found to have a low endogenous rate, with a QO_2 of 1.02 for *Microcystis aeruginosa* and of 2.4 for *Aphanizomenon flos-aquae*. WEBSTER (1950) reported for another member of the *Myxophyceae*, *Cylindrospermum*, a QO_2 equal to 4.0-5.0. Interestingly enough, determinations of the endogenous rate of oxygen uptake by four species of an aquatic fungus, *Allomyces*, (SHOUP and WOLF, 1946) also gave QO_2 values in the low range of 0.69 to 1.03, as measured in the Fenn differential microrespirometer.

Contrary to the observations of WEBSTER (1950) on the blue-green alga *Cylindrospermum*, that no effect on the respiration was detected when either carbonate or phosphate buffers were used for suspending the cells, it was found that the phosphate ion seemed to exert a marked stimulation on the oxygen uptake by *M. aeruginosa*. When the endogenous and exogenous rates of the algal cells, suspended in modified CHU's n.° 10, were compared with those obtained using phosphate buffer as suspending medium, a 50-70 % increase was noticed in favor of the cells in the phosphate buffer. Apparently, the phosphate altered the endogenous rate as well as the degree of utilization of a given substrate. Moreover,

glucose-1-PO_4 was readily oxidized at a constant rate by the alga, whereas glucose was dissimilated slowly, if at all. In spite of the fact that phosphate buffer solutions are commonly employed in respiration studies, the effect on *M. aeruginosa* seems to be other than just to provide an adequate alkaline buffering, since Na_2CO_3 and $NaSiO_3$ are already acting as buffers in CHU's solution.

As stated at the beginning of the discussion section, the choice of respirable substrates was made in an attempt to determine whether the respiratory mechanism of the lake bacteria and of the blue-green algae show some indication of proceeding, at least partly, through a citric acid cycle. This « working hypothesis » gave a basis for the experimental plan, and although one is aware that the knowledge of the metabolic systems in higher tissues is not of *a priori* aplication to other organisms, a sound reasoning from the rates of oxygen uptake obtained on the various substrates is certainly justified.

Some of the data secured seem a little paradoxical when the rates of oxidation of the various compounds are compared, while in other instances, particularly in association experiments, the results are interesting indeed. Interpretation of the data is based on the assumption that a compound postulated to occur as an intermediate should be oxidized at a rate comparable to that of the primary substrate. Only the three bacterial cultures, bacteria n.^{os} 9, 20 and 26, and the blue-green alga *Microcystis aeruginosa* will be included in this part of the discussion, because these were the only cultures whose respiratory activity was studied on a wide range of substrates.

Bacterium n.° 26 was, generally speaking, the most active on a variety of organic substrates, including acetic acid, the three keto--acids (pyruvic, oxaloacetic and alpha-ketoglutaric), the four-carbon dicarboxylic acids (succinic, fumaric and malic), and the two non essential amino acids, aspartic and glumatic. As can be seen in Fig. 26, where the KREBS cycle is schematically outlined, all of these compounds are components of it.

Citric acid, itself, was not respired at a rapid rate by Baterium n.° 26, but the respiration could still involve a citric acid cycle, since this compound has virtually been excluded as a component in the main path of reactions and is considered by some investigators as the product of a side reaction of aconitate (WERKMAN and WOOD, 1942; BALDWIN, 1948).

The data obtained with Bacterium n.° 20, on the other hand, reveal that pyruvic acid was much more stimulatory than any other carbon compound tested. In addition, although the four-carbon dicarboxylic acids were only fairly stimulatory, it is significant that they were respired at a constant rate; succinate gave the same

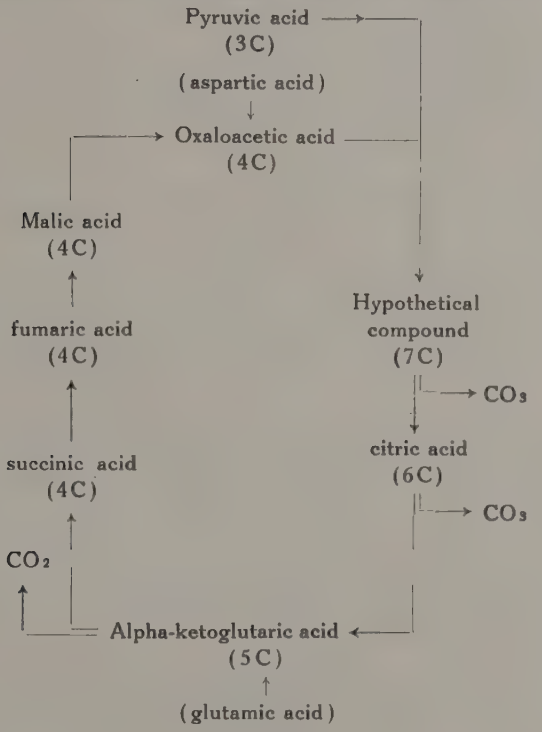


Fig. 26
(From BALDWIN'S «Dynamic Aspects of Biochemistry»)

effect as fumarate and malate, as might be expected on theoretical grounds. Besides, other key compound such as acetate, oxaloacetate and citrate exerted a marked stimulatory effect upon the exogenous rate. Oxaloacetic acid is considered an essential intermediate which, by reacting with acetate forms citrate; that is, an oxidative reaction by way of the KREBS cycle.

As to Bacterium n.° 9, an analysis of the data on the adopted basis shows again some positive indication of possible intermediate

compounds. Thus pyruvate and alpha-ketoglutarate gave a marked increase to the respiratory rate. The oxidation of succinate, fumarate and malate, although not proceeding at the rate displayed, by Bacterium n.° 26, still shows an appreciable increase over the value for the endogenous respiration. The possibility is not excluded, however, that succinic acid does not follow the path indicated in the tricarboxylic acid cycle, and would be only a side product, as it apparently may be the case in some bacteria. The two amino acids, aspartic and glutamic, were actively oxidized by Bacterium n.° 9. Acetate, oxaloacetate and citrate, on the other hand, were only poorly respired.

Although additional information is needed, based on the use of specific inhibitors of respiratory systems, before any definite conclusions can be drawn, the fact that the exogenous respiration of Bacterium n.° 26, and to a less degree, that of Bacterium n.° 20 and Bacterium n.° 9 was significantly stimulated in the presence of many intermediate compounds of the tricarboxylic acid cycle, suggests that at least a part of their oxidative mechanism may proceed via the KREBS cycle.

Similar to what CAMPBELL and STOKES (1951) reported for *Pseudomonas aeruginosa*, we have noticed in a number of cases that the respiration rates of the bacteria increased appreciably after the first 15 minute adaptation period in the presence of a particular substate. Typical data in Figs. 1, 2 and 4 (Bacterium n.° 9), Figs. 11 and 12 (Bacterium n.° 20), Figs. 20, and 21 (Bacterium n.° 26) illustrate this result.

The blue-green alga, *Microcystis aeruginosa*, did not respire any of the carbon substrates supplied at a rate comparable to that of the bacteria but, if one evaluates the various $QO_2(N)$ values referred to the endogenous respiration of the alga, some stimulation was brought about by alpha-ketoglutaric and, to a less extent, by citric and lactic acids. Acetate and oxaloacetate, on the other hand, were oxidized at comparatively slow rates, whereas on pyruvate the rate of exogenous respiration was depressed to a value lower than that of the endogenous rate. ANDERSON (1945), while studying the oxidative assimilation of the colorless alga, *Prototheca*, found that pyruvate and succinate could be respired at pH 3.8 but not at pH 6.8. Similar results were obtained later by MYERS (1947) with a species of the green alga, *Chlorella*, and he pointed out that such behavior might be explainable in terms of

permeability of the cell membrane to the undissociated acid, which reaches appreciable concentration only at lower pH. This explanation may possibly account for the apparent inability of *Microcystis aeruginosa* to respire pyruvate, since the tests were run at a fairly high pH level, 7.4, and furthermore the cells were suspended in phosphate buffer. WEBSTER (1950) reported that *Cylidrospermum* also failed to oxidize pyruvate, but no reference was made to the pH level at which this substrate was tested, although he stated somewhat vaguely that variations between pH 5.0 and pH 9.5 did not affect the respiratory rate, presumably « endogenous », of that blue-green alga.

Succinate and malate were oxidized by *M. aeruginosa* at similar rates, but very slowly. This failure to respire the two dicarboxylic acids to any extent seems to point out that some other mechanism might be available for the formation of some of the four carbon acids, assuming that the path of oxidative breakdown by the alga follows the KREBS cycle along some general broad lines. The fact that WEBSTER (1950) reported that, even at an acid pH, no inhibition of the respiration of *Cilindrospermum* was produced with 0.01 M sodium malonate, which is known to block the succinic oxidation system (QUASTEL and WOOLRIDGE, 1928), suggests that also in the case of this blue-green alga succinic acid is not a key component in the chain of oxidative reactions. Similarly, *Aphanizomenon flos-aquae*, which belongs in the family *Nostocaceae* along with *Cylindrospermum*, was found in our respiratory experiments to exhibit a weak oxidizing power in the presence of succinate. Although no generalizations can be made at this point of our investigations, it seems nevertheless interesting to attempt to correlate the data obtained with different blue-green algae, and which deal with similar aspects of our own problem. Further information is needed, based on the use of specific inhibitors, in order to clarify the respiratory mechanism of *M. aeruginosa*.

From the work thus far conducted on substrate utilization by bacteria associated with blue-green algae, some rather interesting information was obtained. Only the overall data secured for Bacterium no. 9, Bacterium no. 20 and Bacterium no. 26 in association with *M. aeruginosa* are summarized in Table III; the results obtained with the other bacteria and with *Aphanizomenon flos-aquae* will, however, be briefly discussed. The $QO_2(N)$ values, for each organism, are gathered from Tables I and II, as a means of com-

paring their oxidative rates on the various substrates. The relative increments, as a result of the association, are expressed by *plus* (+) and *minus* (−) signs. QO_2 and $QO_2(N)$ values, in this particular case, would be meaningless, for obvious reasons.

An interesting observation that can be made, first of all, from Table III is that in the association of *M. aeruginosa* with Bacterium no. 9 a stimulatory effect is manifested in the increased rate of «endogenous» respiration. Similar results have been obtained with *Azotobacter agile* (Table II). The endogenous respiration of this organism was found to be practically nil; however, when associated

TABLE III

Respiration of lake bacteria, alone and in association with the blue-green alga, *Microcystis aeruginosa*

Substrate	Bact. 9 QO_2 (N)	Bact. 20 QO_2 (N)	Bact. 26 QO_2 (N)	*M. aeruginosa* +			
				alone QO_2 (N)	Bact. 9	Bact. 20	Bact. 26
Glucose	153	139.7	97.7	13.75	-	0	+
Fructose	*	103.4	115.5	16.50	*	++	0
Glucose-1-PO_4 . .	264	114.4	162.8	40.70	0	--	-
Pyruvate	210	478.5	425.3	11.00	+	---	0
Acetate	76	262.9	852.6	17.0	++++	++	0
Aspartate	306	99.0	1,149.8	14.96	---	--	0
Glutamate. . . .	276	237.6	321.3	14.24	-	----	++
Lactate.	63	433.4	*	17.6	+++	---	*
Citrate	95	262.9	236.3	16.2	+++	---	0
Oxaloacetate. . .	69	445.5	519.8	17.0	+++	----	+
α-ketoglutarate . .	168	165.0	376.9	18.2	0	--	++
Succinate	126	92.4	651.0	12.9	+++	+	++
Fumarate	136	121.0	868.4	13 7	+++	0	-
Malate	141	101.2	627.9	12.45	+++	++	0
Endogenous QO_2 (N) . . .	59	34.1	52.5	11.22	++	0	0

* not tested

0 no increase
\+ slight increase
++ fair »
+++ good »
++++ very good »

\- decrease
-- fair decrease
--- marked »
---- very marked decrease

The signs are to be compared only within the same column.

with the alga, there was an immediate marked increase in O_2 uptake, which seemed to point to a possible utilization of some product supplied to the bacteria by *M. aeruginosa*. Such a product might well be waste material given off by the algae or else made available by living or dead algal cells. ALEYEV (1941), BOLD (1942) and other investigators are willing to admit that organic substances, even if only in minute quantities, can diffuse from the cells of algae into the surrounding medium and thus stimulate any bacteria or fungi present. Likewise JOHNSON (1936) was able to demonstrate that purified alginic acid, a compound which occurs abundantly in marine algae, increased the rate of oxygen consumption of 11 out of 25 species of marine bacteria tested; the percent increase ranged from 7.9 to 110 per cent, with an average of 36.2 per cent.

With Bacterium no. 20 and Bacterium no. 26 a slight stimulation of the endogenous rate was also detected in some association experiments, but this was usually of such a low order of magnitude that no physiological significance was attached to it.

In order now to appreciate the results obtained with the various substrates, four possibilities ought to be considered:

1. Neither the alga nor the bacterium has shown the ability to utilize a given substrate, to any extent, when tested separately;
2. The alga, but not the bacterium, had attacked the substrate, when tested alone;
3. The bacterium, but not the alga, had oxidized the substrate, when tested alone;
4. Both organisms, alga and bacterium, were able to oxidize the given substrate, when tested separately.

An analysis on this basis of the data obtained with Bacterium n.° 9 + *Microcystis aeruginosa* shows that on acetate and oxaloacetate, which neither organism, alone, had been able to respire to any appreciable extent, there was a marked increase in the oxygen uptake, when the organisms were associated with each other. A stimulation still resulted in the presence of citrate and lactate, substrates that Bacterium n.ª 9 failed to oxidize to any degree, but were well respired by the alga alone. On aspartate and glutamate, on the other hand, compounds that were rapidly utilized by the bacterium, but not by the alga, a measurable depression in the oxygen consumption of the associated organisms was noticed.

Finally, substrates like glucose-1-PO_4 and alpha-ketoglutarate, which had proved to be very readily respired by either organism, gave about the same rate of O_2 uptake as that which might be theoretically expected, by adding up the respiratory values of the single organisms.

From what has just been said, it appears that the stimulus in respiration is brought about by the alga upon the bacterium, and not the other way around.

At this point, it might be interesting to consider the results of a little experiment: algal cells, in the same concentration as previously used, and suspended in phosphate buffer, were killed by heat (autoclaved for about 5 minutes), then added to the living bacterial suspension, and tested in the Warburg respirometer. A rise in the O_2 uptake by the bacteria was still noted, whereas no measurable difference in the respiration of the alga was obtained, upon addition of a suspension of killed bacterial cells.

Perhaps the most striking examples of this type of «associative» or «synergistic» effect were found on lactate and acetate substrates.

The data are not always that precise, however, and one gets the impression that the stimulus exerted by the alga is specifically directed toward some bacteria, with the exclusion of others. If one admits that there is some chemical product being excreted by *M. aeruginosa*, such selectivity would result from the ability of certain, but not all, bacteria to utilize this product as a respirable substrate.

Among the bacteria studied, *Azotobacter agile* and Bacterium no. 9 were consistently benefited by the association with *M. aeruginosa*, whereas Bacterium no. 20 and Bacterium no. 26 were only slightly favored or even antagonized by the presence of the alga. Thus, no appreciable increase in the respiratory activity of Bacterium no. 20 + *M. aeruginosa* took place on succinate, glucose or fumarate, and apparently the exogenous rate was even depressed markedly on most organic acids tested. In the presence of glutamate, oxaloacetate, lactate and pyruvate, particularly, which had been excellent substrates for the bacterium alone, the stimulation seemed to be completely removed by the association of the two organisms. The same general results were secured with Bacterium no. 26, taking in consideration that there was some variation with the kind of substrate.

Experiments carried out with *Rhodospirillum rubrum* + *M. aeruginosa* showed that the respiration of the bacterium was apparently stimulated by the presence of the alga on malate, but not on pyruvate (Table II). An increase in the O_2 uptake by Bacterium no. 6 and Bacterium no. 8 was noted, on both succinate and malate, when they were tested in association with *Aphanizomenon flos-aquae* (Table II).

It was hoped that these studies might provide a clue to the possible existence of metabolic differences between pure cultures of bacteria and of bacteria mixed with blue-green algae.

Although not all the bacteria tested exhibited the same general pattern of behavior, distinctive changes in the ability to oxidize various carbon substrates were consistently noted with Bacterium no. 9 when associated with *M. aeruginosa*. As it happens with certain bacterial species, the ability of the individual organism to dissimilate certain organic compounds was modified or apparently extended by associative action. Furthermore, the nature of this «synergistic» action seemed to involve the possibility of the enzyme system of the alga supplementing that of the bacterium. In fact, a comparison of rates of oxidative assimilation of some of the substrates by Bacterium no. 9 + *M. aeruginosa* suggests that, possibly, preparatory reactions leading to some more rapidly respired intermediate, can be appreciably accelerated by the association of the two organisms.

The knowledge of bacterial associations or of baterial synergisms, and the mechanism which gives rise to the experimental evidence obtained, is still limited because many difficulties exist in studies of mixed cultures.

In the present work, such difficulties are further increased because the organisms belong in two different physiological groups, i. e. the *Schyzomycetes* studied are non-photosynthetic heterotrophs, and the *Myxophyceae* investigated are photosynthetic autotrophs.

Thus, in spite of the evidence that we have obtained, by means of numerous experiments, that some change occurs in the respiratory activity of Baterium no. 9 when it is associated with *Microcystis aeruginosa*, further data are needed, based on the use of specific respiratory inhibitors, before it will be possible to state the nature of that change or to explain its full significance.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

Respiration studies were carried out with the blue-green alga, *Microcystis aeruginosa*, and three of its bacterial associates, belonging in the genera *Flavobacterium*, *Bacterium* and *Pseudomonas*. Another bloom-preducing alga, *Aphanizomenon flos-aquae*, two algal associates (*Achomobacter* sp., *Flavobacterium* sp.), *Azotobacter agile* and *Rhodospirillum rubrum* were also used in respiration experiments.

Results were expressed in QO_2, $QO_2(N)$ and $Q'O_2$ values.

Of the 14 carbon substrates surveyed, glucose-1-PO_4, alpha--ketoglutarate, and to a less extent, lactate and citrate, were the ones most rapidly oxidized by *Microcystis aeruginosa*. Glucose and fructose had no effect on respiration, whereas pyruvate was found to exert a slight toxic effect. Acetate, oxaloacetate and succinic, fumaric and malic acids were oxidized at comparatively slow rates, whereas the two amino acids (aspartic and glutamic) were poorly respired, if at all.

Pseudomonas sp. was the most active of the cultures studied on almost all substrates, with the exception of citrate, which was respired slowly. *Flavobacterium* sp. similary displayed an appreciable oxidative ability, but the respiration was very low on oxaloacetate and acetate, and, in general, the exogenous rates on the organic acids were much lower than those displayed by *Pseudomonas* sp.. The oxidative power of *Bacterium* sp., on the other hand, was somewhat intermediate.

When tested in association, there was a consistent increase in O_2 uptake when *Microcystis aeruginosa* was associated with *Flavobacterium* sp., on substrates which the bacterium alone or either organism had failed to respire to any extent, when tested separately. The association with *Azotobacter agile*, and to a less degree, with *Rhodospirillum rubrum* also resulted in a stimulation of the respiration. With the other bacteria, the results were not so clear. *Aphanizomenon flos-aquae* in association with *Achromobacter* sp. and *Flavobacterium* sp. showed some degree of stimulation. In every case, the substrate appeared to be a significant factor in the type of result obtained.

Results secured with *M. aeruginosa* + *Flavobacterium* sp. point out to the possibility of changes in the respiratory activity of the organism as a result of the association.

Further data are needed, however, involving specific respiratory inhibitors, before it is possible to tell the nature of these differences and their full significance.

The Author is indebted to Dr. WILLIAM B. SARLES, Professor of Bacteriology and Coordinator of Lake Investigations at the Univ. of Wisconsin, for the helpful criticism of this work.

SUMÁRIO

O metabolismo oxidativo das algas mixofíceas *Microcystis aeruginosa* e *Aphanizomenon flos-aquae* e de algumas bactérias (*Flavobacterium* spp., *Pseudomonas* sp., *Achromobacter* sp., *Bacterium* sp., *Rhodospirillum rubrum* e *Azotobacter agile*), que vivem tipicamente associadas com aquelas algas, na natureza, foi estudado no respirómetro de WARBURG. Procurou-se determinar quantitativamente o relativo poder oxidativo das algas e bactérias, isoladas e em associação, usando compostos de carbono considerados como intermediários nos ciclos de EMBDEN-MEYERHOF-PARNAS e KREBS, tais como: glucose, fructose e glucose-1-PO_4, os sais de sódio dos ácidos orgânicos pirúvico, acético, oxaloacético, cítrico, láctico, alfa-cetoglutárico, succínico, fumárico e málico, e de dois aminoácidos, aspártico e glutâmico.

Exceptuando os açúcares, que se usaram em solução aquosa, com um pH próximo da neutralidade, os restantes compostos foram ensaiados a pH 7.4, escolhido por se ter observado que uma reacção levemente alcalina favorecia a actividade respiratória das algas. Como meio de suspensão das células usou-se um «soluto» tampão fosfatado.

Os resultados das experiências foram expressos em QO_2, $Q'O_2$ e QO_2 (N).

A respiração endógena tanto das algas como das bactérias foi sempre baixa.

Dos 14 compostos orgânicos ensaiados, a glucose-1-PO_4, e alfa-cetoglutarato e, um pouco menos activamente, o lactato e citrato, foram os substratos mais ràpidamente oxidados por *Microcystis aeruginosa*. A glucose e a fructose não tiveram qualquer acção sobre a actividade respiratória daquela alga, ao passo que o piruvato causou certa inibição. O valor respiratório em presença do acetato, oxaloacetato e dos três ácidos dicarboxilados, succí-

nico, fumárico e málico, foi relativamente baixo, e os dois aminoácidos não mostraram sequer ter sido utilizados.

Pseudomonas sp. revelou-se a cultura mais activa relativamente à maioria dos compostos empregados, com excepção do citrato. Da mesma forma, *Flavobacterium* sp. também se mostrou bastante activa sob o ponto de vista respiratório. No acetato e oxaloacetato o valor obtido foi, porém, muito baixo. Quanto a *Bacterium* sp., o seu poder oxidativo pode considerar-se como intermédio.

Algumas determinações efectuadas com os organismos em associação mostraram um aumento sensível no consumo de oxigénio quando *Microcystis aeruginosa* era ensaiada conjuntamente com *Flavobacterium* sp., em presença de substratos que nem a bactéria nem a alga tinham conseguido utilizar, quando usadas separadamente. O mesmo se registou em experiências de associação feitas com *Azotobacter agile*, e também com *Rhodospirillum rubrum*, se bem que neste último caso o estímulo resultante da associação não fosse tão nítido como nos anteriormente referidos. Os resultados obtidos com as outras bactérias foram, porém, menos explícitos. *Aphanizomenon flos-aquae*, quando junto a *Achromobacter* sp. e *Flavobacterium* sp., também evidenciou certo estímulo na respiração. Em todas as experiências realizadas o substrato usado mostrou ser um factor de grande influência no tipo de resultado obtido.

Os valores determinados, resultando da associação de *M. aeruginosa* + *Flavobacterium* sp., levam a admitir a possibilidade de se terem dado modificações sensíveis na actividade respiratória dos organismos em consequência da referida associação.

Antes de ser possível tirar ilacções mais categóricas sobre a natureza de «sinergismo» observado, tornar-se-á necessário o uso de inibidores respiratórios específicos a fim de esclarecer completamente o problema em questão.

LITERATURE CITED

AJL, S. J., and WERKMAN, C. H.
1948 Replacement of CO^2 in heterotrophic metabolism. *Arch. Bioch.*, **19**: 483-492.

ALEYEV, B. S.
1941 Secretion of organic substances by algae into the surrounding medium. *Mikrobiologia*, **3**: 503-508.

ANDERSON, E. H.
1945 Studies on the metabolism of the colorless alga, *Prototheca zopfii*. *J. Gen. Physiol.*, **28**: 287.

BALDWIN, E.
1948 *Dynamic Aspects of Biochemistry*. Cambridge University Press.

BOLD, H. C.
1942 The cultivation of algae. *Bot. Rev.*, **8**: 69-138.

CAMPBELL, J. R. and STOKES, FLORA N.
1951 Tricarboxylic acid cycle in *Pseudomonas aeruginosa*. *Jour. Biol. Chem.*, **190**: 853-858.

ENY, D. M.
1950 Respiration studies on *Chlorella*. I-Growth experiments with acid intermediates. *Plant. Physiol.*, **25**: 478-495.

GERLOFF, G. E., FITZGERALD, G. P. and SKOOG, F.
1950 The isolation, purification and culture of blue-green algae. *Amer. J. Bot.*, **47**: 217.

JOHNSON, F. H.
1936 The oxygen uptake of marine bacteria. *J. Bact.*, **31**: 547-556.

LINDSTROM, E. S.
1951 *Nitrogen fixation by photosynthetic bacteria*. Ph. D. Thesis, Univ. of Wisconsin.

MYERS, J.
1947 Oxidative assimilation in relation to photosynthesis in *Chlorella*. *J. Gen. Physiol.*, **30**: 217-227.

QUASTEL, J. H. and WOOLRIDGE, W. R.
1928 The effects of chemical and physical changes in the environment of resting bacteria. *Biochem. J.*, **21**: 148-168.

SHOUP, C. S., and WOLF, F. T.
1946 The action of cyanide upon the respiration of the aquatic fungus, *Allomyces*. *J. Cell. and Comp. Physiol.*, **28**: 365-379.

STERN, J. R. and OCHOA, S.
1950 Enzymatic synthesis of citric acid. *Federation Proc.*, **9**: 234-235.

TAYLOR, C. B.
1942 Bacteriology of freshwater. III-The types of bacteria present in lakes and streams and their relationship to the bacterial flora of soil. *J. Hyg.*, **42**: 284-296.

UMBREIT, W. W., BURRIS, R. H. and STAUFFER, J. F.
1949 *Manometric Techniques and Tissue Metabolism*. Burgess Publishing Co., Minneapolis, Minn. (2nd. edition).

WEBSTER, G. C.
1950 Studies on the respiration of blue-green algae. *Amer. J. Bot.*, **37**: 682. — An abstract.

WERKMAN, C. H. and WOOD, H. G.
1942 On the metabolism of bacteria. *Bot. Rev.*, **8**: 1-68.

ÍNDICE DO VOLUME XV

MINUTISSIMUM MYCOFLORAE SUBSIDIUM. *Sancti Thomensis et Principis Insulae-III* — Maria Rosália de Sousa Dias, Maria Tereza Lucas, Augusto Teixeira de Vasconcelos et Emmanuele de Sousa da Camara 5

FUNGI LUSITANIAE - IV — Maria Rosália de Sousa Dias et Emmanuele de Sousa da Camara 17

MELHORAMENTO DA FLORA FRUTEIRA PORTUGUESA - I. *Novas variedades culturais de pessegueiro* — J. Vieira Natividade e J. M. Natividade Sanches Coelho 39

A ALTERAÇÃO DA TEXTURA DO ALBUMEN NO CARIOPSE DO TRIGO. *Seu significado em melhoramento* — Alberto Palyart do Carmo e Freitas 67

DE FLORA LUSITANA COMMENTARII. *Ad normam herbarii stationis agronomicae nationalis* 95

SCLERANTHI LUSITANIAE — Wilhelm Rössler. 97

NOTES SUR LA FLORE PORTUGAISE — J. Braun-Blanquet . 139

PLANTAS NOVAS E NOVAS ÁREAS PARA A FLORA DE PORTUGAL - II 142

FUNGI LUSITANIAE - V — Maria Tereza Lucas et Emmanuele de Sousa da Camara 153

FUNGI LUSITANIAE - VI — Emmanuele de Sousa da Camara et Augusto Teixeira de Vasconcelos 183

OS ÁCIDOS GORDOS ESSENCIAIS NAS GORDURAS ALIMENTARES PORTUGUESAS — Paulo Orlando Pereira e Santos 193

SELECÇÃO RACIAL DE *ASPERGILLUS NIGER* PARA PRODUÇÃO DE ÁCIDO CÍTRICO — Manuel Ribeiro Marques Gomes 243

UMA DEFICIÊNCIA DE MANGANÉSIO — Manoel Vasco da Gama e Fernando Câmara de Freitas 249

AS ERVAGENS DE ANAFE DOS ARREDORES DE LISBOA. *Subsídios para o seu estudo fitosociológico e químico* — António do Nascimento Teles 259

OXIDATIVE METABOLISM OF SOME BACTERIA AND BLUE-GREEN ALGAE, ALONE AND IN ASSOCIATION — Augusto Cordeiro Zagallo . . 315

PUBLICAÇÃO DA
DIRECÇÃO GERAL DOS SERVIÇOS AGRÍCOLAS
Repartição de Estudos, Informação e Propaganda

SUMÁRIO

Teles, António do Nascimento — AS ERVAGENS DE ANAFE DOS ARREDORES DE LISBOA — SUBSÍDIOS PARA O SEU ESTUDO FITOSOCIOLÓGICO E QUÍMICO 259-313

Zagallo, Augusto Cordeiro — OXIDATIVE METABOLISM OF SOME BACTERIA AND BLUE-GREEN ALGAE, ALONE AND IN ASSOCIATION . . . 315-345

TODA A CORRESPONDÊNCIA E PERMUTA REFERENTE À AGRONOMIA LUSITANA DEVE SER DIRIGIDA A:

POUR L'ÉCHANGE OU POUR LA CORRESPONDENCE CONCERNANT L'AGRONOMIA LUSITANA ON DOIT S'ADDRESSER À:

LETTERS AND EXCHANGE CONCERNING AGRONOMIA LUSITANA TO BE ADDRESSED TO:

ESTAÇÃO AGRONÓMICA NACIONAL
SACAVÉM
PORTUGAL